




نسخة المعلم

2019-2020

الفيزياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة







نسخة المعلم

McGraw-Hill Education

الفيزياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

للصف 10 المتقدّم

مجلد 2





صاحب السّمو الشّيخ خليفة بن زايد آل نهيان
رئيس دولة الإمارات العربيّة المتّحدة، حفظه الله

"يجب التزوّد بالعلوم الحديثة والمعارفِ الواسعة، والإقبال عليها
بروح عالية ورغبة صادقة؛ حتى تتمكّن دولة الإمارات خلال
الألفيّة الثّالثة من تحقيق نقلة حضاريّة واسعة."

من أقوال صاحب السّمو الشّيخ خليفة بن زايد آل نهيان

موجز المحتويات

جدول المحتويات

الوحدة 5
الصوت



حول الصورة

شدّة الصوت تُعدّ العلاقة بين الإدراك الحسي للصوت لدى الإنسان وفيزياء الصوت معقّدة وغير مباشرة. أما الاختلافات بين الموسيقى والضوضاء، وبين السعة وشدّة الصوت، وبين التردّد ودرجة الصوت فحقيقية، ويمكن دراستها بشكل علمي.

نظرة عامة على الوحدة

إنّ الصوت عبارة عن اختلاف في الضغط ينتقل على هيئة موجة طولية. تتناول هذا الوحدة شرحًا وافيًا لخصائص الصوت، مثل اتجاه الصوت، ودرجة الصوت، وشدّة الصوت، وسرعة الصوت. بعد ذلك تربط الوحدة بين علم الفيزياء، والموسيقى من خلال دراسة الرنين في أعمدة الهواء والأوتار. ثم تُختتم الوحدة بدراسة جودة الصوت، وإعادة إنتاج الصوت، والضوضاء.

قبل أن يدرس الطلاب المادة الواردة في هذه الوحدة، ينبغي عليهم دراسة:

- أساسيات الموجات
- قانون الانعكاس
- الحركة الدورية
- درجة الحرارة
- الحركة المنتظمة في بُعد واحد

لحل المسائل الواردة في هذه الوحدة، سيحتاج الطلاب إلى التعرف على ما يلي:

- بيانات الرسم البياني
- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

الموجات الصوتية إنّ الصوت عبارة عن موجة يمكن وصفها باستخدام جميع المفاهيم التي تنطبق على الموجات الميكانيكية، بما في ذلك الانعكاس والانكسار والتداخل والتراكب. إنّ معظم الأصوات المسموعة في الحياة اليومية عبارة عن مجموعة من التراكبات للعديد من التردّدات المختلفة.

استخدام التجربة الاستهلالية

في تجربة إنتاج النغمات الموسيقية، يستطيع الطلاب استخدام كأس عصير لها ساق لعمل نوتة موسيقية.

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

الصوت والطاقة استخدم شوكة رنانة وكأسًا تحتوي القليل من الماء لتوضيح أنَّ فرعي الشوكة الرنانة ينقلان الطاقة إلى المادة المحيطة بهما. اطرق الشوكة الرنانة واطلب إلى الطلاب سماع صوتها، واجعلهم يشاهدون حركة فرعيها من خلال غمرهما في الماء الموجود في الكأس. اطلب إلى الطلاب استنتاج أنَّ فرع الشوكة المهتز ينقل الطاقة الحركية إلى المادة المحيطة به بنمط متكرر. د م سمعي موسيقي

الربط بالمعرفة السابقة

خصائص الموجات يوسّع الطلاب فهمهم لخصائص الموجات المستعرضة (التردّد، والطول الموجي، والسعة) لفهم الخصائص المماثلة التي تصف الموجات الطولية، ومن ضمنها بما فيها الموجات الصوتية.

2 التدريس

الموجات الصوتية

استخدام النماذج

الموجات الصوتية ثلاثية الأبعاد صمم نموذجًا لانتشار موجة صوت في ثلاثة أبعاد من خلال نفخ بالون كروي الشكل. ووضّح أنَّ حركة سطح البالون تمثّل نموذجًا لموجة صوت تتحرك بعيدًا عن مصدرها في كل الاتجاهات.

استخدام تشبيه

شدّة الصوت اطلب إلى الطلاب تذكر أنَّه كلما تمدد البالون الكروي الشكل، يبهت لونه، حيث تتناقص شدة لونه وذلك لانتشار الصبغة على مساحة سطح أكبر. وبالمثل ستنخفض شدة الصوت كذلك عندما يتحرك مبتعدًا عن مصدره لأن شدة طاقة الصوت (الطاقة/وحدة المساحة) تقل كلما ابتعد عن مصدره. ويحدث الانخفاض في شدة الصوت لأن طاقته تتوزع على مساحة سطح أكبر.

توظيف مختبر الفيزياء

في ينتقل الصوت عبر الهواء، يستطيع الطلاب قياس الزمن الذي يستغرقه الصوت للانتقال عبر أنبوب طويل والارتداد فيه.

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

عرض علاقة حدة (درجة) الصوت وشدّته يتضح وجود مفاهيم خاطئة لدى الطلاب عن حدة الصوت عندما تسألهم ماذا يعتقدون أن يحدث لحدة صوت الشوكة الرنانة إذا تناقص علو صوتها. قد يجيب بعض الطلاب إجابة غير صحيحة بقولهم بأن حدة الصوت ستتناقص. عالج هذا المفهوم غير الصحيح بواسطة التوضيح لهم بأن حدة الصوت لا تتناقص من خلال مطابقة تردّد صوت الشوكة الرنانة بعد طرقها مع تردد صوت مولد النغمات. ثم اطرق الشوكة الرنانة وقلّل من شدّة مولّد النغمة حتى تتطابق مع شدة الشوكة الرنانة كلما قلّت شدتها ويجب أن يلاحظ الطلاب أن حدة الصوت لا تتناقص. د م سمعي موسيقي

التعزيز

خصائص الموجات الطولية اطلب إلى الطلاب رسم مخطط توضيحي، يوضّح كيف تشير حركة جسيمات الوسط الذي تتحرك فيه الموجات الصوتية إلى أنَّها موجات طولية. تتحرك الجسيمات إلى الأمام وإلى الخلف، بشكل موازٍ لاتجاه انتشار الموجة. د م

الكشف عن موجات الضغط

التدريس المتمايز

طلاب الدمج وضّح أنَّ موجة الصوت عبارة عن تغيُّر في الضغط، وينتقل هذا الضغط خلال المادة. وأنَّ هذا التعريف يتضمن أنَّ الضغط يتغير بتغيّر الزمن. وضّح هذا المعنى عن طريق رسم منحنى بياني يبين العلاقة بين الضغط والزمن، بحيث يتم تمثيل الموجة على صورة منحنى جيبي. أكّد على أنَّ التمثيل البياني يمثل شريطًا سينمائيًا يعبر عن كيفية تغيُّر الضغط عند نقطة مفردة تقع في مسار الموجة الصوتية. اسأل الطلاب عن المصطلح الذي يصف الفترة الزمنية للشريط السينمائي ليكرر نفسه. الزمن الدوري بيّن أنَّ المنحنى البياني للضغط و الزمن يقدم توضيحًا للزمن الدوري للموجة الصوتية. ض م

الفيزياء في الحياة اليومية

نظام الإنذار المبكر استخدم الصينيون الجرار الفخارية للكشف عن الأصوات التي تبين تقدم جيش العدو. حيث كانوا يشدّون الأغشية الجلدية على فوهات الجرار الفخارية الفارغة التي تبلغ سعتها 80 L، ثم يضعون الجِرار في حفر على شكل أعمدة عميقة تفصل بينها مسافات قصيرة، وكان الجنود الذين يتمتعون بحاسة سمع قوية يتمركزون بالقرب من هذه الأعمدة المحفورة. حيث لم تقتصر أهميتها على تمكين الجنود من سماع صوت تقدم جيش العدو القادم فحسب، بل تمكن الجنود أيضًا من تحديد الاتجاه الذي يأتي منه العدو ومدى بعده عنهم، وذلك من خلال الاستماع إلى الأصوات المختلفة الصادرة من تلك الحفر. وتمكنوا من فعل هذا لأن الاهتزازات الصادرة من أقدام الجنود في أثناء تحركهم تنتقل إلى الأرض وتنتشر في كل الاتجاهات، بما في ذلك الجِرار الفخارية، وأغطيتها الجلدية، والتي تهتز بدورها وتولد صوتًا يمكنهم سماعه وتمييزه.

إدراك الصوت

التفكير الناقد

مستويات الصوت السالبة اطلب إلى الطلاب توضيح المقصود بمستوى الصوت السالب، مثل 10 dB−. ابدأ بالمقدار 0 dB. ونظرًا إلى أن الديسِبل يُقاس بالنسبة إلى صوت آخر، فإن القياس 0 dB يحدث عندما يتساوى ضغط الصوت مع المستوى المرجعي، لذا يكون الضغط السالب لمستوى الصوت أقل من الضغط المرجعي. ض م

$$B=20\log(p/p_0)$$

استخدام التجربة المصغرة

في خصائص الصوت، يستطيع الطلاب استكشاف العوامل الفيزيائية المؤثرة في أصوات قطع النقد المعدنية المُلقاة.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر بالنسبة إلى الأنشطة التي تتطلب أن يميز فيها الطلاب الاختلافات بين حدة الصوت، يستطيع الطلاب استخدام مصباحين، أحدهما ذو مرشح أحمر اللون والآخر ذو مرشح أزرق اللون. (يمكن صنع المرشحين من ورق السيلوفان وتثبيتها على المصباحين بواسطة أربطة مطاطية). وزع الطلاب في مجموعات ثنائية على أن يكون أحدهما ضعيف السمع والآخر جيد السمع. أثناء العروض التوضيحية أو الأنشطة التي تتضمن تغيُّرًا في حدّة الصوت، يستطيع الطالب الذي سمعه جيد تشغيل الضوء الأزرق للإشارة إلى زيادة حدة الصوت، أو تشغيل الضوء الأحمر للإشارة إلى تناقصها، وبدلًا من ذلك، يستطيع الطلاب استخدام مصباح ذي إضاءة خافتة للإشارة إلى التغيُّرات في شدّة الصوت.

التعلم التعاوني | بصري مكاني

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة وضّح أنَّ تعريف الموجة الصوتية يتضمن أيضًا أنَّ الضغط يتغير حسب الموقع. وفسّر هذا المعنى من خلال إنشاء رسم بياني للعلاقة بين الضغط والموقع، بحيث تُرسم الموجة في هيئة منحنى جيبي، وقد تبدأ على الأرجح بمقدار سعة غير الصفر، ووضّح أنَّ هذا الرسم البياني عبارة عن "لقطة فوتوجرافية" للضغط في مسار الموجة عند لحظة معينة. اسأل الطلاب عن المصطلح الذي يصف المسافة بين المواقع التي لها لقطات متطابقة. **الطول الموجي** بيّن أنَّ التمثيل البياني للضغط والموقع يوضح الطول الموجي للموجة الصوتية. ض م

توظيف مختبر الفيزياء

في القسم ما الديسِبل؟، يمكن أن يستخدم الطلاب مقياس مستوى الصوت لقياس مستويات الصوت في حالات متعددة.

تأثير دوبلر

استخدام الشكل 6

اسأل الطلاب كيف يقارنون بين الطول الموجي للموجة الصوتية التي يلتقطها المراقب A والطول الموجي للموجة الصوتية التي يلتقطها المراقب B. إنها أقصر. اطلب إلى الطلاب أن يربطوا بين الطول الموجي والتردد للموجة الصوتية التي تصل إلى أذن كل من المراقبين. يكون تردد موجة الصوت التي تصل إلى المراقب A أكبر من تلك التي تصل إلى المراقب B. كيف تقارن بين حدة الصوت التي يدركها كل من المراقبين وحدّة الصوت التي يمكنهما سماعها إذا كان مصدر الصوت نفسه ثابتًا؟ إذا كان مصدر الصوت ساكنًا، فستكون حدّة الصوت التي يسمعها المراقب A أقل. في حين ستكون الحدة بالنسبة للمراقب B أكبر. وسيدرك كلاهما حدّة الصوت نفسها. ض م

خلفية عن المحتوى

دوي الصوت كما يظهر في **الشكل 6**، تشوه حركة مصدر الصوت الموجة الصوتية التي تتحرك أمامه. فعندما يتحرّك مصدر الصوت بسرعة أكبر من سرعة الصوت (سرعات فوق صوتية)، تتولد مقدمة موجية مخروطية الشكل يُطلق عليها اسم موجة الصدمة. وتتركز طاقة موجة الصدمة على سطح المخروط، وهي التي تسبب دوي صوت الطائرة النفاثة. وصوت فرقعة السوط هو أيضًا دوي صوتي، لكن لكن على مقياس أصغر نسبيًا، وذلك لأنّ رأس السوط يتحرك بسرعة أكبر من سرعة الصوت.

تطوير المفاهيم

مدى تأثير دوبلر أكِّد على أنَّ تأثير دوبلر يُستخدم على نطاق واسع لقياس السرعة المتجهة لمصدر الموجات الميكانيكية، مثل الصوت، أو الموجات الكهرومغناطيسية مثل الضوء، ابتداء من الذرة ووصولًا إلى السيارات وانتهاءً بالمجرات.

عرض توضيحي سريع

تأثير دوبلر

الزمن المقدّر 15 دقيقة

المواد كرة من الفلين، جرس إلكتروني (مولد ذبذبات)، بطاريات

الإجراءات قبل إجراء العرض التوضيحي، قم بتركيب الجرس والبطاريات، ثم جوّف كرة الفلين، بحيث يمكنك وضع الجرس والبطاريات بداخلها بشكل ملائم. شغِّل الجرس وضعه داخل الكرة. ارم الكرة إلى أحد الطلاب، واطلب إليه ملاحظة التغيُّرات في حدّة الصوت أثناء التقاط الكرة، وكرر ذلك مع طلاب آخرين. يجب أن يلاحظ الطلاب نقصانًا قليلًا في حدة الصوت في أثناء التقاطهم للكرة. وضِّح أنَّ الكرة تكون ساكنة عند التقاطها. ونظرًا إلى انخفاض حدّة الصوت، فمن المؤكد أنّ حدّة صوت الجرس أثناء انتقال الكرة باتجاه الطلاب كانت كبيرة. اشرح أنَّ الاختلاف في حدّة الصوت كان نتيجة حركة مصدر الصوت. يُعدّ هذا مثالًا لتأثير دوبلر.

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال *1*.

مسألة يبلغ تردد صافرة إنذار مثبتة على سطح محطة إطفاء حريق محلية 975 Hz. إذا كنت تقود دراجتك مبتعدًا عن محطة الإطفاء بسرعة مقدارها 6.00 m/s. فكم يبلغ تردّد الموجات الصوتية التي تصل إلى أذنك؟ افترض أنَّ درجة حرارة الهواء 20°C. استخدم المعادلة المبسطة لمصدر ثابت ومراقب متحرك، ثم عوّض سرعة الصوت في الهواء 343 m/s.

الإجابة $f_d = f_s\,(1 - v_d/v)$

$$f_d = 975\ \text{Hz}\left(1 - \frac{6.00\ \text{m/s}}{343\ \text{m/s}}\right)$$

$$f_d = 958\ \text{Hz}$$

مناقشة

مشاهدة تأثير دوبلر

السؤال كيف يستخدم علماء الفلك تأثير دوبلر؟

الإجابة نظرًا إلى أنَّ تأثير دوبلر يحدث لموجات الضوء بالطريقة نفسها التي يحدث فيها لموجات الصوت، يستطيع علماء الفلك ملاحظة التغيّر الذي يحدث في الطول الموجي للضوء المنبعث من مصدر بعيد ومتحرك. فعندما تتحرك المجرة مبتعدة عن الأرض، يتناقص التردّد الظاهري للضوء المنبعث منها، ويزداد طوله الموجي. حيث يُشار إلى هذه الظاهرة باسم الانزياح نحو الأحمر. من السهل جدًا ملاحظة الظاهرة المكافئة لها والتي تحدث في الصوت على هيئة تناقص في حدة الصوت. ض م

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

تأثير دوبلر وحاسة السمع إذا بدأ مصدر ثابت تردّد نغمته يبلغ 20 Hz ومستوى 80 dB بالحركة مبتعدًا عنك بسرعة 50 m/s. فما التردّد الذي يمكن أن تسمعه؟ سيكون تردّد الموجة الصوتية التي تصل إليك 17 Hz تقريبًا. إلا أنَّ هذا خارج نطاق السمع البشري الطبيعي. لذا قد لا تتمكن من سماعه على الإطلاق.

التأكد من الفهم

نمذجة الموجات الصوتية مَثِّل الموجة الصوتية بمنحنى جيبي على الرسم البياني لعلاقتي الضغط مع الموقع والضغط مع الزمن. ثم اطلب إلى الطلاب تسمية أجزاء الرسم البياني عليه، وهي: الطول الموجي، والزمن الدوري والسعة. ثم اطلب إلى الطلاب ربط التسميات بخصائص الصوت، مثل حدّة الصوت والشدّة. د م بصري مكاني

التوسّع

تأثير دوبلر اطلب إلى الطلاب ذكر أمثلة اختبروا فيها تأثير دوبلر. اطلب إليهم تحليل هذه الحالات. وتأكد من ملاحظة الطلاب أنَّ الانزياح هو تغيُّر في حدّة الصوت الظاهرية التي تحدث بسبب حركة المراقب و/أو مصدر الصوت. ض م

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم النص

346 m/s

التأكد من فهم الشكل

أكبر بمعامل 2 تقريبًا

التأكد من فهم الشكل

$\Delta f_A = -v_s/\lambda;\ \Delta f_B = +v_s/\lambda$

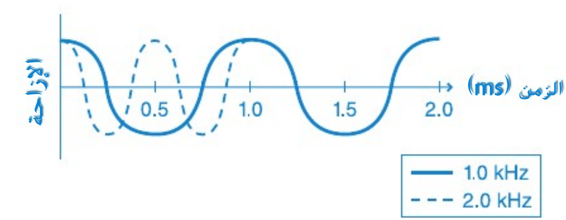
تطبيقات

1. 488 Hz
2. 392 Hz
3. 548 Hz
4. 3.52 MHz
5. 19 m/s



القسم 1 مراجعة

6. التردّد؛ السعة
7. يجب أن يمثّل رسم الطالب موجة جيبية، ويتضمن التسميات المناسبة، ويكون موضّحًا عليه الزمن، واختلاف الإزاحة بين القيم الصغرى والعظمى.



8. العناصر المتأثرة: السرعة والطول الموجي؛ العناصر غير المتأثرة: الزمن الدوري والتردّد
9. يزداد مستوى ضغط الصوت بمقدار 10 أمثال مقابل كل زيادة في مستوى الصوت مقدارها 20 dB. وبناءً على ذلك، فإن قيمة 60 dB تقابل زيادة بمقدار 1000 ضعف في مستوى ضغط الصوت.
10. تكون السرعة للصوت في المواد الصلبة أكبر منها في الغازات. وبالتالي، تنتقل موجات الصوت بسرعة أكبر في قضبان السكك الحديدية مقارنة بسرعة انتقالها في الهواء. كما تساعد قضبان السكك الحديدية في تركيز الصوت. لذا فإنّه لا يتلاشى سريعًا كما يحدث في الهواء.
11. **a.** قد يختلفان في الشدّة. حيث تعكس الحشرات الكبيرة المزيد من الطاقة الصوتية نحو الخفاش.

    b. ستعيد الحشرة التي تطير نحو الخفاش الصدى بتردّد أكبر. بينما ستعيد الحشرة التي تطير مبتعدة عن الخفاش الصدى بتردّد أقل.
12. لا. يجب أن تتحرك السيارة مقتربة أو مبتعدة عن المراقب لملاحظة تأثير دوبلر. حيث لا ينتج عن الحركة المستعرضة أي أثر لتأثير دوبلر.

$P_0 = 2\text{x}10^{-5}$ Newtons/m^2

$$I(\text{dB}) = 10\log_{10}\left[\frac{I}{I_0}\right] = 10\log_1\left[\frac{P^2}{P_0^2}\right] = 20\log_{10}\left[\frac{P}{P_0}\right]$$

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

مزامير من الماصّة وزّع على كل طالب ماصّة عصير بلاستيكية. اطلب إلى الطلاب قص أحد طرفيها حتى نقطة ما وجعل هذا الطرف مسطحًا عن طريق الضغط عليه بلطف. (سينتج عن هذا طرف يشبه القصبة في الماصّة). مع قليل من التدريب، يستطيع الطلاب النفخ في القصبة ويصدرون نغمة موسيقية. اطلب إلى طلاب آخرين قص ماصّاتهم، بحيث تكون أقصر، ثم مقارنة النغمات التي يصدرونها بنغمات الطلاب الآخرين. اطلب إلى الطلاب مناقشة طريقة إصدار الماصّة لهذا الصوت ومدى ارتباط حدّة الصوت بطول الماصّة. د م

سمعي موسيقي

الربط بالمعرفة السابقة

الرنين يُطبق الطلاب فهمهم للموجات الصوتية على مفهوم الرنين وعلى خصائص الموجات المستقرة في الأعمدة الهوائية والأوتار.

2 التدريس

مصادر الصوت والرنين في أنابيب الهواء

مناقشة

السؤال اطلب إلى الطلاب تصنيف الآلات الموسيقية باعتبارها مصادر رنين ذات أنبوب مغلق الطرف أو ذات أنبوب مفتوح الطرفين مع توضيح السبب.

الإجابة على الرغم من أنَّه من الصعب تصنيف العديد من الآلات الموسيقية، إلا أنَّ البوق والمزمار مثالان لمصادر الرنين ذات الأنبوب مفتوح الطرفين، حيث إنَّ طرفي هاتين الآلتين مفتوحان، كما تنعكس الموجات الصوتية من طرف مفتوح ثم ترتد. تُعدّ آلة النفخ النحاسية، مثل المزمار، مصدر رنين ذا أنبوب مغلق، حيث إنَّ أحد طرفيها فقط مفتوح ليسمح بدخول الهواء، في حين أنّ طرفها الآخر مغلق (تقريبًا) فلا يسمح بخروج الهواء. في هذه الآلات الموسيقية، يتميز الطرف المغلق بمقطع عرضي أصغر بكثير من الطرف المفتوح، بحيث يكون كافيًا لإنشاء انعكاس يشبه الانعكاس الناتج عن الطرف المغلق تمامًا. كما تُعدّ آلة النفخ متعددة القصبات والبوق الخشبي الطويل من مصادر الرنين ذات الأنبوب المغلق. تُعتبَر أصداف المحار من أقدم الآلات الموسيقية ذات الأنبوب المغلق. ويشبه النفخ في مصادر الرنين ذات الأنبوب المغلق النفخ في زجاجة بالزاوية الصحيحة. د م

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

الأنابيب وأعمدة الهواء ذكّر الطلاب أنَّ الموجات المستقرة داخل الأنابيب تحدث في عمود الهواء داخل الأنبوب، وليس في المادة المصنوع منها الأنبوب. واشرح لهم أنَّ الصوت يتحرك خلال الهواء، لأنّ المصدر المهتز يولد تذبذبات منتظمة في ضغط الهواء كما تفعل القصبة في الآلة الموسيقية. ويندفع الهواء داخل وخارج طرفي الأنبوب في كل دورة للموجة، ليحدث تضاغط الموجة وتخلخلها.

توظيف مختبر الفيزياء

في سرعة الصوت، يستطيع الطلاب استكشاف سرعة الصوت في مصدر رنين ذي أنبوب مغلق الطرف.

نشاط تحفيزي في الفيزياء

تمثيل الموجات الصوتية بيانيًا اقترح أن يستخدم الطلاب معدات عرض الصوت لتبيّن العلاقة بين الضغط والزمن للموجات الصوتية للنغمات النقية. قد تتضمن هذه المعدات آلة حاسبة راسمة مع CBL أو راسم ذبذبات، أو ملحقات إلكترونية توصل بالحاسوب. ويمكن أن تتضمن مصادر النغمات النقية الشوكات الرنانة، أو مولدات النغمات، أو دمى معينة. اطلب إلى الطلاب تحليل الرسومات البيانية للزمن الدوري والتردّد. حثّ الطلاب على عرض الرسوم البيانية التي حللوها في غرفة الصف ليتفحصها زملاؤهم. ف م

بصري مكاني

تطوير المفاهيم

تمثيل الموجات المستقرة يمكن إنشاء تمثيل الموجات المستقرة المتكونة في الوتر أو في داخل عمود الهواء بالرسم. وبالنسبة للوتر، فإن تمثيل إزاحة الوتر مقابل المسافة على امتداد الوتر، يكون ذا معنى. أما في عمود الهواء، فيمكن عرض كل من تغير ضغط جزيئات الهواء وإزاحتها كدالة رياضية للمسافة على امتداد العمود.

الفيزياء في حياتك

السماع والتردّد تعمل القناة السمعية البشرية بمثابة عمود الهواء لمصدر رنين ذي أنبوب مغلق الطرف. فعندما يدخل الصوت إلى الأذن الخارجية يكون في شكل موجة ضغط. وعندما تصل موجة الضغط هذه إلى الأذن الوسطى، أو الطرف المغلق من الأنبوب، فإنها تتحوّل إلى موجة ميكانيكية، حيث تبدأ عظام الأذن الوسطى وطبلة الأذن في الاهتزاز. فضلًا عن الاهتزاز الذي يعكس الموجات الصوتية إلى الجزء الخارجي من الأنبوب المغلق، فإنّها تعكس الموجات أيضًا نحو السائل في الأذن الداخلية خلف طبلة الأذن. بالنسبة إلينا، ولكي نتمكن من إدراك الصوت، تعمل حركة هذا السائل على تنشيط خلايا الشعر الموجودة في الأذن الداخلية، حيث تكون كل منها حساسة لتردّد معين من الاهتزاز. وتدفع هذه الخلايا بنبضات عصبية إلى الدماغ الذي يفسر الصوت.

خلفية عن المحتوى

التمثيلات البيانية للضغط والإزاحة كما هو موضّح في **الشكل 12**، ترتبط عقد الإزاحة مع بُطُون الضغط. وتحدث هذه العلاقة، لأن الجزيئات على كلا جانبي عقدة الإزاحة مبتعدة بعضهما عن بعض، ثم يتحرك بعضها نحو بعض مجددًا. وعندما تتقارب الجزيئات، يزداد الضغط إلى قيمة عظمى، ثم ينقص إلى أقل قيمة عندما تتباعد. وبناءً على ذلك، فإن هذا الموقع هو بَطن ضغط، لأنّ الضغط يتذبذب خلاله بين القيمتين العظمى والصغرى. وفي بطون الإزاحة، تتحرك الجزيئات في كلا الطرفين بالطور نفسه، حيث يساوي تغيّر الضغط في هذه الحالة صفرًا، وبالتالي فإن موقع إزاحة البطن يرتبط بعقدة الضغط.

توظيف مختبر الفيزياء

ما سرعة انتقال الصوت؟ يستطيع الطلاب استكشاف العلاقة بين الطول الموجي للموجات الصوتية في أنبوب مفتوح الطرفين، وسرعة الصوت.

الرنين في الأوتار

النشاط

الفكرة الرئيسة وفّر للطلاب آلة بيانو مفتوح الغطاء. رتّب الطلاب في مجموعات صغيرة. فبينما يضغط أحد طلاب المجموعة على دواسة البيانو (اليمنى)، اطلب إلى طالب آخر إصدار نغمة بصوت عالٍ لمدة قصيرة. وعندما يتوقف الطالب عن إصدار الصوت، اطلب إلى الآخرين الإنصات باهتمام. فسيدركون أنَّ وتر البيانو ينتج طبقة صوت مماثلة. اطلب إلى المجموعات الأخرى تكرار النشاط. ثم اطلب إلى الطلاب ربط التأثير بالرنين الحاصل بين تردّد الموجة الصوتية التي يصدرونها بأصواتهم والتردّد الأساسي للوتر.

د م سمعي موسيقي

التفكير الناقد

أوجه الاختلاف بين الموجات المستقرة وضح أنَّ الساق النحاسية البالغ طوله 1.00 m والذي تمسكه من وسطه يمكن أن يولّد رنينًا ذا موجات طولية مستقرة طولها الموجي 2.00 m وتردّدها الأساسي 1750 Hz. وتعمل الساق بالطريقة ذاتها التي يعمل بها الأنبوب مفتوح الطرفين أو الوتر، بتردّدات رنين تساوي مضاعفات صحيحة للتردد f، حيث $f = \frac{v}{2L}$ و $\lambda = 2L$. أما بالنسبة إلى الأنبوب مغلق الطرف فإن $f = \frac{v}{4L}$، ويولّد الأنبوب المغلق الذي يبلغ طوله 1.00 m موجة مستقرة طولها الموجي مساوٍ للأنبوب المفتوح إلا أنَّ تردّدها الأساسي يبلغ 85.8 Hz فقط. اسأل الطلاب عن الكميات الأخرى المختلفة بين "الأنبوبين". تختلف سرعة الصوت، ويكون التردد الأساسي للموجة المستقرة في الساق النحاسية أكبر وذلك لأنّ سرعة الموجات الطولية في النحاس أكبر من سرعتها في الهواء. ض م

منطقي رياضي

نشاط مشروع الفيزياء

اختبر حدّة (درجة) الصوت اطلب إلى الطلاب العمل في مجموعات صغيرة لصنع زوج من الآلات باستخدام مواد مألوفة لهم، مثل زجاجات الصودا والقضبان والأشرطة المطاطية. يجب أن تصدر الآلتان فواصل موسيقية قياسية، حيث يمكن تحديدها باستخدام آلة رنانة، مثل البيانو أو مولد النغمات. اطلب إلى الطلاب إنشاء رسومات بيانية للضغط والزمن للموجات الصادرة من كل آلة. وتراكب الموجات عند العزف على الآلتين بشكل متزامن. مما يعني أنَّه يجب أن يوضّح للطلاب سعة الاهتزازات الكلية الناتجة عن كلتا الآلتين. اطلب إلى المجموعات توضيح آلاتهم وشرح رسوماتهم البيانية للمجموعات الأخرى. ض م سمعي موسيقي

استخدام التجربة المصغرة

في جودة الأصوات، يمكن أن يستخدم الطلاب مولد تردّدات لاكتشاف ما إذا كانت آلة نفخ محددة تمثّل مصدر رنين ذا أنبوب مفتوح الطرفين أم مصدر رنين ذا أنبوب مغلق الطرف.

التعزيز

موجات الضغط المستقرة اطلب إلى الطلاب تفسير لماذا يعد **الشكلان 13 و 16** رسمان بيانين لعلاقة السعة – الموقع. كلاهما يوضّح تغير السعة من موقع إلى آخر على امتداد الوسط. ض م

عرض توضيحي سريع

الرنين في القضبان

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد ساق من الألمنيوم يتراوح طولها بين 50 و 200 cm ويتراوح قطره بين 10 و 15 mm، وصمغ.

الإجراءات أمسك الساق من المنتصف بإحكام بإصبعي الإبهام والسبابة بإحدى اليدين. ضع بعض الصمغ على إبهام وسبابة اليد الأخرى. ثم حرّك الإبهام والسبابة على طول الساق بسرعة حتى تبدأ في الاهتزاز. ثم عدل ضغط الإصبعين حتى تبدأ الساق في الاهتزاز بعلوّ. واطلب إلى الطلاب ملاحظة حدّة الصوت. كرّر العرض التوضيحي. عندما تصدر الساق صوتًا، أمسك نقطة المنتصف من الجزء المهتز بيدك الحرة الأخرى. قد تتولد في الساق موجة طولية مستقرة. نظرًا لأنك تمسك الساق عند نقطة المنتصف، فإنَّ منتصف الساق يمثّل عقدة وتكون $\lambda_1 = 2L$ وعندما تمسك نقطة المنتصف في الجزء المهتز من الساق، فإنَّك تكون أزلت بَطنًا، وتتوقف الساق عن الاهتزاز.

نوعية الصوت

التدريس المتمايز (الدمج)

ضعاف البصر أتح الفرصة لضعاف البصر من الطلاب لتفحص الآلات الموسيقية في غرفة الفرقة الموسيقية أو الآلات التي يحضرها الطلاب. اطلب إلى الطلاب تحديد موقع مصدر الموجات الصوتية (مثل الشفاه والوتر والقصبة) ووسائل التحكم في التردّد الأساسي (مثل طول عمود الهواء والشّد وطول الوتر). اطلب إلى الطلاب استقصاء كيفية التحكم في حدّة الصوت وشدّته ونوعية النغمة في كل آلة.
د م سمعي بصري

التفكير الناقد

حدّة الصوت ودرجة الحرارة اطلب إلى الطلاب توضيح لماذا تميل آلات النفخ الخشبية إلى "الحدّة المرتفعة" (ترتفع حدّة صوت النغمات) كلما ارتفعت درجة الحرارة، في حين "تنخفض حدّة الصوت" في الآلات الوترية. كلما ازدادت درجة الحرارة ازدادت السرعة للصوت، ولأن طول أنبوب آلة النفخ الخشبية، الذي يحدد الطول الموجي، يتغيّر قليلاً . لذا، يتغيّر التردد بتغيّر السرعة للصوت فقط. من جهة أخرى، يتمدد الوتر وينتج عن ذلك تناقص لقوة الشد، ومن ثَّم، ينقص التردّد. ف م

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع المثال 2.

مسألة تتميّز آلة الأرغن ذات الأنبوب بأنبوب مفتوح يبلغ ارتفاع عمود هواء الرنين فيه 9.75 m. بإهمال تصحيحات النهاية الطرفية، ما تردّد أطول موجة صوتية يولدها هذا الأنبوب؟ افترض أنَّ سرعة الصوت 343 m/s.

الإجابة أوجد طول عمود هواء الرنين أكثر النغمات انخفاضًا باستخدام المعادلة $L = \lambda/2$. ثم استخدم المعادلة $v = \lambda f$ لإيجاد قيمة f وتساوي 17.6 Hz.

الفيزياء في الحياة اليومية

الطيف السمعي تُعدّ مخططات السمع تمثيلات تخطيطية لجودة السمع لدى شخص ما. وهي مشابهة لطيف الصوت لأنّها تمثيل بياني للعلاقة بين الشدّة والتردّد. تستخدم مخططات السمع في قياس السمع، وهو أحد إجراءات الفحص الطبي الخاصة بضعف السمع. حيث يتم تعريض المريض بشكل عشوائي إلى أصوات بتردّدات 250 Hz و 500 Hz و 750 Hz و 1000 Hz و 2000 Hz و 4000 Hz و 6000 Hz و 8000 Hz وذلك على أذن واحدة في كل مرة من خلال سماعات الأذن. ويسجل أدنى مقدار للشدّة يدرك عنده المريض الصوت. ثم يُحلّل المخطط البياني السمعي الناتج مقارنة بالمخطط الطبيعي لتحديد مدى الضعف في السمع.

استخدام الشكل 18

اسأل الطلاب عن عدد التماثلات الموضّحة في طيف صوت الكمان في الشكل. 5. واطلب إليهم ترتيب الآلات حسب زيادة حدّة الصوت للنغمة الأساسية المعزوفة على كل منها. الجيتار، الكمان، الطبلة الفولاذية

نشاط التحفيز في الفيزياء

أوتار البيانو اطلب إلى الطلاب تخيل بيانو ذي أوتار لها سمك واحد ومشدودة بالمقدار نفسه، بحيث تبلغ السرعة للموجة لكل وتر 343 m/s. ما طول أقصر وتر إذا كان تردّد نغمته 4190 Hz؟ 0.0409 m ما طول أطول وتر إذا كان تردّد نغمته 27.5 Hz؟ 12.5 m هل تستخدم آلات البيانو الحقيقية هذا المدى من أطوال الوتر؟ لا. تستخدم آلات البيانو مجموعة متنوعة من سماكة الأوتار التي تختلف في سمك كل منها، ومقدار الشّد. وذلك لتوليد مجموعة كاملة من التردّدات في مدى أطوال أوتار مناسبة. ف م حركي

الضربات

استخدام النماذج

عرض توضيحي للزمن الدوري للضربة اصنع بندولين متماثلين طولهما 0.4 m و 0.6 m. علّق البندولين بحيث يتحاذيان رأسيًا ويمكن إطلاق ثقلي البندولين خلف بعضهما مباشرة. أطلق ثقلي البندولين واطلب إلى الطلاب ملاحظة أنَّ كلا الثقلين يصل إلى نقطة البداية بالتتابع كل 8 s تقريبًا. يُطلق على هذه الفترة الزمنية الزمن الدوري للضربة، $T_{\text{الضربة}}$. اطلب إلى الطلاب تحديد تردّد الضربة.

$f_{\text{الضربة}} = 1/T_{\text{الضربة}} = 0.1\,\text{Hz}$ ض م منطقي رياضي

إعادة إنتاج الصوت والضجيج

النشاط

موجات الضجيج يمكن أن يستخدم الطلاب كاشف الذبذبات لملاحظة الاختلافات بين موجات الصوت الناتجة عن الضجيج والأخرى الناتجة عن الموسيقى. أولًا، اطلب إليهم مشاهدة الموجات المتولّدة على كاشف الذبذبات أثناء إصدار الأصوات الموسيقية. يمكنهم إصدار أصوات باستخدام الآلات الموسيقية البسيطة أو الحقيقية. بعد ذلك، اطلب إلى الطلاب ملاحظة الموجات الناتجة عند استخدام الآلات لإصدار الأصوات التي يعتبرونها ضجيجًا.

د م ض م سمعي موسيقي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

الغناء في الحمام يمكن إصدار نغمات قوية وعالية على غير العادة أثناء الغناء في الحمام. كيف يمكنك شرح هذه الظاهرة في ضوء الفيزياء والموسيقى؟ يؤدي الحمام دور مصدر رنين ذي أنبوب مغلق الطرف. يبلغ تردّد نغمة C الوسطى 262 Hz. لذا فإنّ حجم الحمام يمثّل الحجم المثالي لإصدار رنين بهذا التردّد تقريبًا. تعكس الأسطح الصلبة لمعظم جدران وأرضيات الحمامات الصوت وتسهم أيضًا في إحداث الرنين.

التأكد من الفهم

توافقيات الأنبوب اطلب إلى الطلاب إنشاء رسوم بيانية للعلاقة بين الضغط والموقع للموجات المستقرة في مصادر الرنين ذات الأنبوب مغلق الطرف وذات الأنبوب مفتوح الطرفين. اسألهم عن مدى ارتباط الأطوال الموجية للموجات المستقرة بطول كل أنبوب. مصدر رنين ذو أنبوب مغلق: $\lambda = 4L, (4/3)L, (4/5)L$؛ مصدر رنين ذو أنبوب مفتوح: $\lambda = 2L, L, (2/3)L$

ض م بصري مكاني

التوسّع

حسنًا هذه هي النغمة شجع الطلاب على الاستماع إلى المعزوفة رقم 34 بعنوان مرشد الشباب إلى الأوركسترا، لبنيامين بريتين. اطلب إليهم الإجابة بكتابة فقرة مختصرة لوصف الاختلافات في النغمة بين مجموعات آلات النفخ الخشبية والنحاسية والوترية والإيقاعية.

د م سمعي موسيقي

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم النص

إنّ العقدة هي النقطة الثابتة التي تلتقي عندها موجيتان متساويتان وتكونان في الموقع نفسه. والبَطن هي مكان أكبر إزاحة عند التقاء موجيتين. في الرسوم البيانية للضغط، تمثّل العقد مناطق الضغط الجوي المتوسط. يتأرجح الضغط عند البطون بين قيمتيه العظمى والدنيا. في حالة التمثيل البياني للإزاحة، تمثّل البطون مناطق الإزاحة الأعلى وتمثّل العقد مناطق الإزاحة الأقل.

التأكد من فهم الشكل

تُمَثِّل العقدُ مناطق الضغط الجوي المتوسط في الرسوم البيانية للضغط.

التأكد من فهم الشكل

في حال استخدام أنابيب مفتوحة الطرفين ومغلقة الطرف متساوية في الطول كمصادر الرنين، سيكون الطول الموجي لصوت الرنين في الأنبوب المفتوح نصف الطول الموجي لصوت الرنين في الأنبوب المغلق.

التأكد من فهم النص

كلما زاد مقدار الشد في الخيط، زادت سرعة الموجة المتحركة على امتداد طوله.

تطبيقات

13. 970 m/s

14. 859 Hz

15. 0.39 m

16. **a.** 64.7 Hz

b. 129 Hz و 194 Hz

مسألة تحفيزية

1 $F_T = \frac{mv^2}{4L}$

2. $F_T = \frac{mv^2}{4L}$

$$F_T = \frac{(0.0010\ \text{kg})(343\ \text{m/s})^2}{4(0.400\ \text{m})}$$

$F_T = \mathbf{74}$ N

القسم 2 مراجعة

17. **a.** الأحبال الصوتية

b. قصبة

c. شفتا العازف

d. خيط

18. كلما زاد طول الأنبوب، قل تردد الرنين الذي سينتجه.

19. ينبغي أن يساوي طول الأنبوب نصف الطول الموجي.

20. 740 Hz, 1100 Hz, 1500 Hz

21. **a.** 35.7 Hz

b. 0.10 m

22. تُنتج كل أداة مجموعة ترددات أساسية وتوافقية خاصة بها، وبالتالي تختلف النغمة من أداة إلى أخرى.

23. يساوي 389 Hz أو 395 Hz. لا يمكنك الاختيار من دون الحصول على معلومات إضافية.

24. يتضخم صوت الشوكة الرنانة كثيرًا عندما تضغط بها على أجسام أخرى لأنّ هذه الأجسام تعمل مثل لوحة صوتية، فتولد رنينًا. وتختلف الأصوات الناتجة من جسم إلى آخر، لأن كلا منها يولّد رنينًا مع ترددات وتوافقيات مختلفة. لذلك يكون لها طابع صوت مختلف.

الترفيه في **الفيزياء**

نقاء الأصوات!

الصوتيات في المسرح

الخلفية المعرفية

يراعي المهندسون المعنيون بتجديد المسارح الحديثة الخصائص الصوتية، ليس فقط للجدران والأسقف ولكن أيضًا للأرضيات وخشبة المسرح والمقاعد. تمتص الأرضيات المُغطَّاة بالسجاد الصوت أفضل من الأرضيات الصلبة. ويمكن الاستفادة من الخصائص الصوتية للمسرح في المسرح التمثيلي، حيث تحتاج إلى إبراز أصوات الممثلين، أو في رقصات الباليه، حيث تحتاج إلى خفض الأصوات الناتجة عن حركات الراقصين. حتى مقاعد الجمهور يمكن أن تختلف في خصائصها الصوتية، وبعض تجديدات المسرح التي تركز على إدارة الصوت يجب أن تتضمن استبدال المقاعد.

استراتيجيات التدريس

- اشرح أنَّه عند بناء مسارح أخرى في ما بعد، حاول الإغريق إعادة بناء التجهيزات الصوتية للمسرح الخاصة في إبيداوروس. ومع ذلك لم يستطيعوا إعادة بنائها في أماكن أخرى، لأنّهم لم يعرفوا سبب التأثير.
- اعرض للطلاب رسمًا تخطيطًّا يوضّح كيف يمكن أن يكوّن التداخل مناطق صاخبة الصوت، وأخرى منخفضة الصوت بالنسبة إلى جمهور المسرح. راجع معهم شروط حدوث التداخل البناء والتداخل الهدام.
- اطلب إلى الطلاب البحث عن المتطلبات الصوتية اللازمة للموافقة على منح ترخيص لصالة سينمائية لعرض أفلام IMAX. اقترح أن يقدموا النتائج على هيئة نشرة مُقدَّمة إلى أصحاب المسارح.

لمزيد من التعمق <<<

النتائج المتوقعة يجب أن يتناول الطلاب أماكن مكبرات الصوت مختلفة الأنواع والمواد والتصميم وأماكن المعالجة الصوتية. بما في ذلك لوحات مصممة لامتصاص الصوت أو عكسه أو نشره. ربما يتناولون أيضًا حلولًا للمشاكل الصوتية الناتجة عن الأرضيات والنوافذ والغرف بالغة الاتساع أو الصغيرة.

القسم 1

إتقان المفاهيم

25. يمكن وصف الموجات الصوتية بواسطة التردد والطول الموجي والسعة والسرعة.

26. ينتقل الضوء بسرعة تساوي 3.00×10^{8} m/s. في حين ينتقل الصوت بسرعة تساوي 343 m/s. قد يرى المراقبون الدخان قبل سماع صوت إطلاق الرصاص من المسدس. سيكون الزمن أقل من الزمن الفعلي. إذا تمّ الاعتماد على سماع الصوت.

27. تُعدّ حدّة الصوت الإدراك الإنساني للتردد. تُعدّ شدّة الصوت الإدراك الإنساني للسعة.

28. كل أنواع الموجات

29. يستطيع أن يقيس الأطباء تأثير دوبلر من الصوت المنعكس عن خلايا الدم المتحركة. وبما أن الدم يتحرك، لذا يحدث تأثير دوبلر لهذا الصوت. وتتقارب الانضغاطات أو تتباعد. وهذا يؤدي إلى تغيّر تردد الموجة.

إتقان حل المسائل

30. 1.7 km
31. 5.1×10^{2} m
32. 5200 m/s
33. 9.8×10^{4} Hz
34. 5.707 m
35. 1.45×10^{3} m/s
36. 350 Hz
37. 0.0175 s
38. 11.3 m

39. a. تساوي شدة صوت إحدى حفلات النموذجية 110 dB. وبالتالي يجب تقليل شدة الصوت بنحو 40 dB.
 b. تساوي مستوى صوت الهمس المسموع بصعوبة 10 dB. ومن ثمَّ يساوي مستوى الشدة الطبيعي للصوت 50 dB. أو شدة الصوت المستخدمة في غرفة الصف المتوسطة.

40. a. لكل 20 dB يزداد الضغط بمعدل 10. أي أنّ الضغط أكبر بمعدل 10 مرات.
 b. ضغط أكبر بمقدار 100 مرة

41. 2.0 m/s
42. a. 349 m/s
 b. 0.436 s
43. 3.4×10^{2} m
44. 0.353 mm
45. a. 1300 m
 b. 580 m

46. 1000 ضعف

47. a. 335 Hz
 b. 356 Hz
48. a. 2.80×10^{2} Hz
 b. 2.63×10^{2} Hz

القسم 2

إتقان المفاهيم

49. يجب أن يتوافر الجسم المهتز والوسط المادي

50. يُعدّ تردد النغمة مماثلًا للرنين الطبيعي للزجاج البلوري ما يتسبب في زيادة سعة اهتزاز جزيئاته مع تلقي الطاقة من الصوت.

51. عندما يسير الجنود بخطوات عسكرية منتظمة، ينشأ تردد معيّن يمكن أن يتسبب في حدوث رنين الجسر حتى يصل إلى اهتزازة مدمرة. لذا لا يمكن الحصول على تردد مفرد في أثناء السير بخطوات حرة غير منتظمة.

52. تُنتِج الشوكات الرنانة موجات بسيطة ذات تردد مفرد. في حين تُنتِج الآلات الموسيقية موجات معقدة تتضمن العديد من الترددات المختلفة. وهذا ما يُكسبها النغمة المميزة لها.

53. نوعية الصوت أو النغمة

54. تعمل الحركة المنزلقة للذراع الموجودة في آلة الترومبون في اختلاف حدّة الصوت من خلال تغيير طول عمود هواء الرنين للهواء المهتز.

إتقان حل المسائل

55. 442 Hz و 448 Hz
56. 540 Hz
57. 2.9 kHz
58. 2.7 kHz
59. $E < D < C < B < A$
60. 1100 Hz, 1800 Hz, 2600 Hz
61. a. 255 m/s
 b. 392 Hz و 588 Hz
62. a. 10.5 m
 b. 8.20 Hz
63. 442.5 Hz أو 437.5 Hz
64. 6.70×10^{2} mm
65. 2.0×10^{2} Hz
66. 4.0×10^{2} Hz
67. a. 1.0×10^{-6} N
 b. 1.5×10^{-6} N
 c. 0.58 Pa
68. 1.7×10^{2} m/s

تطبيق المفاهيم

69. a. لا يوجد تغيُّر في التردد.

b. يزداد الطول الموجي.

70. أكبر 100 مرة

71. سرعة الصوت = 343 m/s = 0.343 km/s = (1/2.92) km/s؛ أو يقطع الصوت مسافة قدرها 1 km في 3s تقريبًا. وبالتالي، اقسم عدد الثواني على ثلاثة. بالنسبة إلى الكيلومترات. ينتقل الصوت تقريبًا 1.6 km في 5 s. ومن ثمَّ، اقسم عدد الثواني على خمسة.

72. أولًا. إذا سمعت صوتًا، فإنّك قد تكون سمعته بعدما رأيت الانفجار. حيث تنتقل موجات الصوت بسرعة أقل بكثير من الموجات الكهرومغناطيسية. ثانيًا، تكون كثافة المادة في الفضاء قليلة جدًا، بحيث لا تكفي لانتشار موجات الصوت. بالتالي، يجب ألَّا يُسمع أي صوت.

73. للضوء الأحمر طول موجيّ أكبر من الألوان الأخرى. لذلك تردده أقل من ترددها. يشير تأثير دوبلر للضوء القادم من المجرات البعيدة نحو الترددات المنخفضة، إلى أنّ تلك المجرات البعيدة تتحرك مبتعدة عنّا.

74. ستتنوع الإجابات، ولكن الصيغة الصحيحة للإجابة هي أنّ "الشوكة الرنانة بها خلل، حيث يتم العزف على A بتردد 442 Hz بدلًا من التردد 440 Hz. بأي سرعة عليك أن تتحرك مبتعدًا عن الشوكة الرنانة لكي تستطيع سماع حدّة الصوت الصحيحة؟

75. a. سيزداد التردد.

b. سيقل الطول الموجي.

c. ستبقى السرعة للموجة كما هي.

c. ستبقى سعة الموجة كما هي.

76. $\lambda = 4L$ و $v = f\lambda$ لذا فإنّ $v = 4fL$. إذا زادت v وبقيت L ثابتة، فستزداد f وستزداد حدّة الصوت.

77. ستُصبح الترددات بعيدة عن بعضها.

78. تزداد حدّة الصوت؛ حيث يكون تردد الأنبوب المفتوح ضعفي تردد الأنبوب المغلق.

79. لكل وتر مقدار شد مختلف، وكتلة لكل وحدة طول مختلفة. تُنتِج الأوتار الأرفع والمشدودة بقوة أكبر نغمات أعلى من الأوتار غير المشدودة والأكثر سُمكًا.

مراجعة عامة

80. ستتنوع الإجابات. إنّ إحدى الصيغ المحتملة للإجابة هي "إذا سمع ضابط شرطة موجود في دورية ثابتة حدّة صوت ترددها يساوي 525 Hz عندما تقترب السيارة من منطقة محدودة السرعة 30 km/h. فهل السيارة مُسرِعة"؟

81. 5.4 s

82. 365 m/s; 294 m/s

83. 22.3 kHz

84. 2.3 m/s

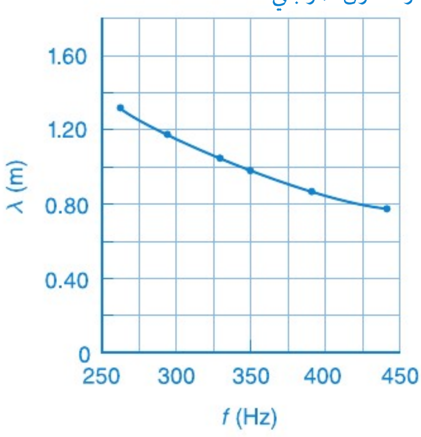
85. a. 68.6 m/s

b. 153 mph. ستكون السيارة متحركة بسرعة خطيرة. لا تجري التجربة.

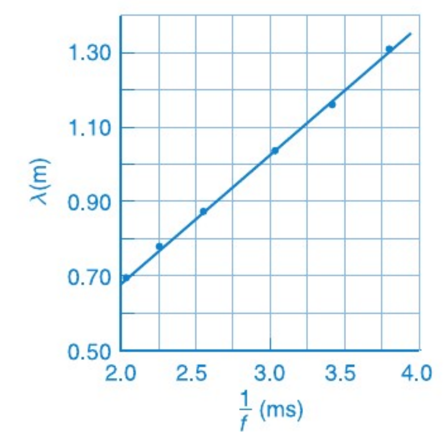
86. 180 N

التفكير الناقد

87. a. يعرض الرسم البياني علاقة تناسب عكسي بين التردد والطول الموجي.



b. يعرض التمثيل البياني علاقة تناسب طردي بين الزمن الدوري $(1/f)$ والطول الموجي. ويوضّح المَيل سرعة الصوت ~343 m/s.



88. يجب أن يوضّح الرسم البياني ترددًا ثابتًا إلى حد ما أعلى من 300 Hz أثناء الاقتراب، وتردّدًا ثابتًا إلى حد ما أقل من 300 Hz أثناء الابتعاد.

.89 يمكنك تشغيل الساعة عندما **ترى التصادم، وتوقف** الساعة عندما يصل الصوت إليك. يُمكن حساب السرعة من خلال: قسمة المسافة التي تساوي 200 m على الزمن المقيس. سيكون الزمن المقيس أطول بكثير، حيث ستستطيع توقُّع التأثير بالنظر، ولكنك لن تستطيع توقُّع الصوت، لذا ستكون السرعة التي تم حسابها صغيرة جدًا.

.90 يجب أن تدور الشمس حول محورها بطريقة دوران الأرض نفسها. ويشير تأثير دوبلر إلى أنّ الجانب الأيسر من الشمس يتجه إلينا، بينما يتحرك الجانب الأيمن مبتعدًا عنّا.

.91 احسب كتلة الوتر، وطوله، لإيجاد قيمة μ. ثم ثبّت الوتر في طاولة، وذلك بتثبيت أحد طرفيه على حافة الطاولة، ثم شُدّ الوتر بتعليق أوزانٍ في طرفه الآخر للحصول على F_T. احسب سرعة الموجة باستخدام الصيغة. انقر على وسط الوتر، ثم وحدد التردد من خلال توصيله بمولد التردد، مع استخدام نقرات مختلفة لضبط المولد. اضرب التردد في ضعف طول الوتر الذي يساوي الطول الموجي للحصول على السرعة من معادلة الموجة. قارن بين النتائج. كرر ذلك باستخدام المزيد من مقادير شدّ مختلفة، وأوتار أخرى لها كتل مختلفة لكل وحدة طول. فكر في أسباب الخطأ المحتملة.

الكتابة في الفيزياء

.92 ستتنوع الإجابات. قد يحتوي تقرير حول تركيب آلة الكمان الموسيقية على معلومات عن مشط الكمان كحلقة وصل بين الأوتار وجسم الآلة. وعلى معلومات عن دور جسم آلة الكمان في اهتزاز جزيئات الهواء حول الكمان. يمكن أن يُناقش الطلاب أيضًا كيفية تأثير الأخشاب واللمسات النهائية المستخدمة في صنع الكمان في نوعية الصوت الذي تُنتِجه الآلات.

.93 يجب أن يناقش الطلاب عمل إدوين هابل، والإزاحة نحو الأحمر والكون المتمدد والتحليل الطيفي والكشف عن الحركات الدائرية المتغيّرة في حركة أنظمة الكواكب والنجوم.

مراجعة تراكمية

.94 **.a** الغرب والجنوب موجبان.

.b 3.6 kg·m/s بزاوية قياسها 34° شمال الغرب؛ 1.8 m/s بزاوية 34° شمال الغرب

.95 لا يوجد شغل، لأنّ القوة والإزاحة متعامدتان

96. a. 11 kJ

b. 150 N

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. A
2. D
3. C
4. C
5. B
6. B
7. B

أسئلة ذات إجابات طويلة

8. 328 m/s

سلم التقدير

إنّ سلم التقدير التالي هو نموذج لتقدير إجابات الأسئلة المفتوحة.

النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب استيعابًا شاملاً لموضوع الفيزياء الذي يدرسه، وقد تتضمن الإجابة بعض الأخطاء البسيطة، إلا أنّها لا تؤثر في إظهار الاستيعاب الشامل.
3	يُظهر الطالب استيعابًا لمواضيع الفيزياء التي درسها. إنّ الإجابة صحيحة في الأساس وتظهر استيعابًا أساسيًا، ولكن ليس استيعابًا كاملاً.
2	يُظهر الطالب استيعابًا جزئيًا فقط للمواضيع الفيزيائية، بالرغم من أنّ الطالب قد يكون استخدم النهج الصحيح للوصول إلى الحل أو قد يكون قدّم الحل الصحيح، إلا أنّ العمل ينقصه الاستيعاب اللازم للمفاهيم الفيزيائية الأساسية.
1	يُظهر الطالب استيعابًا محدودًا جدًا للمواضيع الفيزيائية، وتكون الإجابة غير كاملة وتتضمن العديد من الأخطاء.
0	يُقدّم الطالب حلًّا غير صحيح على الإطلاق أو لا يُقدّم أي حلول.

الوحدة 6
الكهرباء الساكنة



حول الصورة

صواعق البرق يمكن أن تكون آثار الكهرباء الساكنة هائلة إلى حد كبير كما يظهر في هذه الصورة. تتسبب العديد من الظواهر الطبيعية الموجودة في الغلاف الجوي في فصل الشحنات الموجبة والسالبة، ما يؤدي إلى تكوين قوى تنتج آثارًا هائلة، عند انطلاقها، مثل البرق. اسأل الطلاب عن اتجاه تأثير القوة في الإلكترونات في هذه الصورة. ما الظواهر الطبيعية الأخرى التي يمكن أن تؤثر في مسار الصاعقة البرقية؟ سيتم تناول الأسئلة المشابهة لهذا السؤال في هذه الوحدة.

نظرة عامة على الوحدة

تعرض هذه الوحدة قوة الكهربائية الساكنة التي توجد بين الأجسام المشحونة. تصف هذه القوة قانون كولوم الذي ينص على أن قوة الكهربائية الساكنة بين النقاط المشحونة تتناسب طرديًا مع مقدار الشحنات وعكسيًا مع مربع المسافة الفاصلة بينها.

قبل أن يدرس الطلاب المادة في هذه الوحدة، يجب أن يدرسوا:

- جمع المتجهات في اتجاه واحد
- جمع المتجهات في اتجاهين
- قانون الجذب العام لنيوتن
- قوانين الحركة لنيوتن
- الكميات المتجهة مقابل الكميات غير المتجهة

لحل المسائل في هذه الوحدة، يجب أن يتقن الطلاب فهم:

- الترميز العلمي
- الجيب وجيب التمام وظل الزاوية
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

تعلمنا من نيوتن أن الكتلة تجذب الكتلة عبر قوة الجذب. في هذه الوحدة، ستتعلم أن هناك خاصية أخرى من خصائص المادة، تسمى الشحنة الكهربائية ويمكنها أن تؤثر بقوة. على عكس الكتلة، تكون الشحنة الكهربائية من نوعين–الشحنة الموجبة والشحنة السالبة. تتأثر الأجسام ذات الشحنة المتشابهة بقوة تنافر بينما تتأثر الأجسام ذات الشحنة المختلفة بقوة تجاذب.

استخدام التجربة الاستهلالية

في تجربة القوة الكهربائية الساكنة: قوة مجال أخرى، يمكن أن يلاحظ الطلاب قوى التجاذب والتنافر بين الشحنات الساكنة.

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

الشريط المشابه لذيل السناجب قبل المتابعة، يرجى ملاحظة أن معظم التجارب التي تتضمن شحنات كهربائية تعمل على نحو أفضل عندما يكون الجو الداخلي جافًا بدرجة كبيرة. جهّز موزعًا يحتوي على لفافة من شريط شفاف عريض. اقطع شريطًا بطول 25 cm من اللفافة. علّق الشريط بلصق أحد طرفيه في أصبعك بحيث يرى الجميع حركة الشريط. اسأل الطلاب عما يحدث عندما يقترب الشريط من أحد الأسطح. ينثني الشريط تجاه السطح غير المشحون. يحدث هذا لأن الشريط يكتسب شحنة أثناء إزالته من اللفافة ويستحث شحنة مضادة عندما يقترب من سطح غير مشحون. **ق م**

بصري-مكاني

مراجعة على المعارف السابقة

القوة يعد تسارع الشريط دليلاً على وجود قوة. يجب أن يكون الطلاب قد درسوا تأثير القوة المؤثرة في حركة الجسم في دراساتهم السابقة. يدل تسارع الجسم المشحون على أن الشحنة الكهربائية الساكنة يمكن أن تولّد قوة.

2 التدريس

الدليل على وجود شحنة

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

كيف يحدث الشحن فكرة أنه لا بد من احتكاك الأجسام لتوليد شحنة ساكنة ليست فكرة صحيحة. لكن ما يلزم لذلك هو أن يتلامس نوعان مختلفان من العوازل الكهربائية ثم ينفصلا. بعض المواد المستخدمة في هذه الوحدة لا يلزمها الاحتكاك مطلقًا لتكتسب شحنة كهربائية. على سبيل المثال، تنتج شحنة عند تقشير الشريط اللاصق الشفاف من فوق سطح اللفافة غير اللاصق. تفاصيل الكيفية التي تصبح من خلالها الأجسام مشحونة لا تزال مجالاً للاستقصاء الحثيث ومعظم الإجابات حولها غير معروفة.

تعزيز المعارف

الفكرة الرئيسة اطلب إلى الطلاب إنشاء جدول يلخص ملاحظاتهم حول قِطَع الشريط اللاصق الشفاف المشحونة. يجب أن يفصل الجدول سلوك الشريط السفلي (B) والشريط العلوي (T) في أي اختبارات يجرونها مع بيان إشارة الشحنة الموجبة والسالبة. اطلب إلى الطلاب تسجيل ملاحظاتهم في العمود أسفل إما B أو T لكل جسم يجري اختباره والذي يتنافر الجسم بناء عليه. يصبح المشط البلاستيكي مشحونًا بشحنة سالبة عند تدليكه. استخدم هذا المثال لإثبات القاعدة +/−. **ض م**

لغوي

توظيف مختبر الفيزياء

في تجربة الشحنة الساكنة، يمكن أن يلاحظ الطلاب طبيعة الشحنة الساكنة.

عرض مجهري للشحنة

التفكير الناقد

القوى المؤثرة في البروتونات في الذرة الطبيعية، تتزن البروتونات ذات الشحنة الموجبة مع الإلكترونات ذات الشحنة السالبة. وتكون البروتونات مخزنة معًا داخل النواة وكما رأيت تتنافر الشحنات المتشابهة. اسأل الطلاب عما يجب أن يكون صحيحًا بشأن القوى بين البروتونات داخل النواة التي تمنع البروتونات من الانفصال. يجب أن تكون هناك قوة تجاذب قوية بدرجة كافية داخل النواة لتتغلب على التنافر بفعل الكهرباء الساكنة. ويمكن أن تعمل قوة التجاذب هذه على مسافات صغيرة للغاية فقط. يطلق العلماء على هذا التجاذب داخل النواة القوة القوية. **ض م**

خلفية عن المحتوى

الشحنة الأساسية كان رذرفورد أول من افترض مفهوم البنية الذرية الذي نستخدمه اليوم–وهو أن للذرة بنية مركزية دقيقة لها شحنة موجبة تحيط بها إلكترونات في مدارات ولها شحنة سالبة. روبرت ميليكان، أحد معاصري رذرفورد، أظهر في إحدى تجاربه أن الشحنة تظهر بوحدات صحيحة. أي أن الشحنة لها كمية. يحمل كل من الإلكترون والبروتون كمًا فرديًا من الشحنة المضادة. من التعريف، شحنة الإلكترون سالبة وشحنة البروتون موجبة. سيتعلم الطلاب لاحقًا في هذه الوحدة أن قيمة الشحنة الأساسية 1.602×10^{-19} C.

عرض توضيحي سريع

فصل الأسطح المطلية

الزمن المقدَّر 5 دقائق

المواد قطعتان صغيرتان من الورق المقوى، طلاء قابل للذوبان في الماء

الإجراء ضع طبقة رقيقة من الطلاء المبلل على أحد سطحي قطعة من الورق المقوى. ضع القطعة غير المطلية من الورق المقوى على القطعة المطلية بحيث يتلامس السطحان. افصل قطعتي الورق المقوى. اسأل الطلاب إلى أي مدى يتشابه ذلك مع انتقال الشحنة بين السطح المشحون وغير المشحون. سينتقل بعض الطلاء من السطح المطلي إلى السطح غير المطلي. عندما يلامس جسم مشحون جسمًا غير مشحون، يمكن أن تنتقل بعض الشحنات من السطح المشحون إلى السطح غير المشحون. **ض م**

الموصلات والعوازل

توظيف مختبر الفيزياء

في تجربة الأجسام المشحونة، يمكن أن يقارن الطلاب ويقابلوا بين قدرة المواد على اكتساب الشحنات الموجبة والسالبة والاحتفاظ بها.

خلفية عن المحتوى

الموصلات والعوازل يوجد العديد من الأمثلة الأخرى للمواد التي تعمل كموصلات كهربائية أو عازلات كهربائية، بناء على الظروف. يكون الهواء موصلاً رديئًا حتى يتأين بفعل مجال كهربائي قوي. ثم يتحول إلى بلازما–حالة شبيهة بالغاز توصل الشحنة الكهربائية بسهولة. في مثال آخر، تزيد إذابة الملح في الماء من قابلية المحلول للتوصيل، على الرغم من أن كلتا المادتين لا تعد جيدة التوصيل بمفردها.

نشاط

الموصلات والعوازل في الحياة اليومية أحضر مجموعة متنوعة من الأجزاء الكهربائية الصغيرة، مثل قطعة سلك ومهايئ مقبس وموصلات جهاز كمبيوتر ولوحة دائرة تحتوي على قطع السيراميك لكي يلاحظها الطلاب. اطلب منهم تحديد أي الجوانب من تلك الأجزاء تعد موصلات وأيها يعد عوازل. **ض م**

بصري–مكاني

التدريس المتمايز

الطلاب ذوي الإعاقة الجسدية يمكن أن يمثل التعامل مع قطع الشريط اللاصق الشفاف صعوبة بالنسبة إلى الطلاب ذوي الإعاقة الجسدية. يمكن صنع مختبر الشحنة باستخدام بالونين منفوخين. اربط كل بالون في طرف خيط طوله من 20 إلى 25 cm. اربط الطرف الآخر من الخيط بعصا. أبق البالونين بالقرب من بعضهما دون أن يتلامسا. يشحن الطالب كل بالون من خلال دلكه بالكامل بقطعة من الغلاف البلاستيكي ويلاحظ أن البالونين يتنافران. قبل المتابعة، يجب أن يلمس الطالب البالون بالكامل لإزالة الشحنة. ثم يدلك الطالب أحد البالونين بالغلاف البلاستيكي والآخر بقطعة من الصوف ويلاحظ أن البالونين يتجاذبان. **ق م**

استخدم الشكل 5

فسِّر أنه يمكن توزيع الشحنة في الموصل بالتساوي إذا اقترب منه جسم مشحون آخر. تتحرك الشحنات السالبة بسهولة نسبيًا إذا اقتربت منها شحنة خارجية لأن الإلكترونات تتحرك بسهولة تمامًا. على الرغم من أن الشحنات لا تتمتع بحرية الحركة على السطح العازل، إلا أن الجسيمات القريبة من سطح المادة يمكن أن تصبح مستقطبة. **ض م**

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

تخيل أن كرة فلزية مشحونة تلامس كرة فلزية غير مشحونة. بعد فصلهما، هل ستكون القوة بينهما تجاذب أم تنافر أم غير موجودة؟ ولماذا؟ ستكون قوة تنافر لأن الشحنة في الكرة المشحونة ستنقسم بين الكرتين، بحيث تحصل كل كرة على شحنة محصلة من النوع نفسه.

التحقق من الفهم

نوع الشحنة اسأل الطلاب عما إذا كان جسمان غير مشحونين سيحصلان على النوع نفسه من الشحنة عند احتكاكهما معًا. هل يمكنك إجراء تجربة بسيطة للتحقق من إجابتك؟ تكتسب الأجسام دائمًا شحنات متضادة. يكتسب أحد الجسمين شحنة سالبة، بينما يفقدها الآخر. يمكنك اختبار الشحنة على كل جسم باستخدام قطعة من الشريط الشفاف تمت إزالتها للتو من اللفافة. سيجذب أحد الجسمين الشريط، بينما يتنافر الجسم الآخر مع الشريط. **ض م**

التوسع

الموصلات والعوازل في بعض الظروف، يمكن أن تنتقل الشحنات عبر المادة التي تعد عازلاً في الظروف العادية. ما أحد الأمثلة لذلك؟ البرق. أثناء العاصفة البرقية، ما الذي يجعل المكوث داخل السيارة آمنًا؟ ليست الإطارات المصنوعة من المطاط هي التي تحميك، بل إن الشحنات التي تضاف إلى موصل مثل الهيكل الخارجي للسيارة سرعان ما تنتشر على السطح الخارجي للموصل. والسبب في هذا أن الشحنات المتشابهة تتنافر. وببقائها على السطح الخارجي للموصل، تصل المسافة بين الشحنات إلى أقصى حد لها وذلك بفعل قوة التنافر بينها. ومن ثَمَّ، لا تدخل شحنة زائدة إلى داخل السيارة، لتظل آمنًا بداخلها. **ض م**

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم الشكل

جزيئات الماء قطبية ومن ثم يمكن أن تحمل بسهولة أكثر من الجزئيات غير القطبية. في اليوم الرطب، يوجد الكثير من جزيئات الماء في الهواء ويمكنها أن تنقل الشحنات الزائدة بعيدًا. في اليوم الجاف، يوجد القليل من جزيئات الماء في الهواء لذا تنتقل الشحنة بعيدًا ببطء أكثر.

التأكد من فهم النص

قطعة الشريط السفلية تحمل شحنة سالبة، لذا تتنافر مع المشط الذي يحمل شحنة سالبة. قطعة الشريط العلوية تحمل شحنة موجبة، لذا تنجذب.

التأكد من فهم الشكل

يطلي المصنّعون الأسلاك بالمطاط لأنه عازل.

التأكد من فهم النص

تعد الفلزات موصلات جيدة لأنه يوجد إلكترون واحد على الأقل في كل ذرة غير مرتبط بالذرة بإحكام. يمكن أن تنتقل الإلكترونات بحرية عبر الفلز.

القسم 1 مراجعة

1. قرّب قضيبًا زجاجيًا يحمل شحنة موجبة من قطعتي الشريط. القطعة التي تتنافر مع الساق موجبة.
2. يفقد المشط شحنته الموجبة إلى الأشياء المحيطة به ويصبح متعادلاً مرة أخرى.
3. قرّب جسمًا يحمل شحنة معلومة، مثل ساق من المطاط الصلب يحمل شحنة سالبة، بالقرب من الكرة. إذا تنافرت الكرة، فهي تحمل الشحنة نفسها مثل الساق. وإذا انجذبت، فقد تكون تحمل شحنة مضادة أو متعادلة. ولمعرفة أيهما، قرّب ساقًا زجاجيًا يحمل شحنة موجبة بالقرب من الكرة. إذا تنافرا، فالكرة تحمل شحنة موجبة وإذا تجاذبا، فالكرة متعادلة.
4. يكتسب الصوف شحنة موجبة لأنه يفقد إلكترونات إلى الساق المطاطي.
5. التفاحة تحتوي على أعداد متساوية من الشحنات الموجبة والسالبة، لذا فهي متعادلة.
6. يجذب الساق الزجاجي الإلكترونات من القضيب الفلزي، لذا يكتسب الفلز شحنة موجبة. تتوزع الشحنة على نحو منتظم على الساق.
7. نظرًا لأن النحاس موصل، يظل متعادلاً طالما كان ملامسًا ليدك.
8. يمكن أن يفسر نموذج الشحنتين ظواهر التجاذب والتنافر على نحو أفضل. وهو يشرح أيضًا كيفية اكتساب الأجسام للشحنة عند احتكاكها معًا.

القسم 2 القوة الكهربائية الساكنة

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

العزم الكهربائي علِّق بكرة خشبية في خيط واجعلها تستقر. قرب قضيبًا متعادلاً من البكرة. ثم قرب قضيبًا مشحونًا من البكرة. يجب أن يلاحظ الطلاب أن القضيب المشحون يجعل البكرة تدور. اطلب إلى الطلاب مناقشة الكيفية التي يتسبب بها القضيب المشحون في دوران البكرة المتعادلة. افترض أن البكرة تحمل شحنة سالبة. تصبح الجسيمات في البكرة مستقطبة، ما يتسبب في إنشاء شحنة محصلة موجبة في الجانب القريب من البكرة وشحنة محصلة سالبة في الجانب البعيد من البكرة. سيُنشئ هذا قوة تجاذب بين الجزء الذي يحمل شحنة موجبة من البكرة والقضيب وقوة تنافر بين الجزء الذي يحمل شحنة سالبة من البكرة والقضيب. ومع ذلك، نظرًا لأن الجزء الذي يحمل شحنة موجبة هو الأقرب إلى القضيب، ستكون قوة التجاذب أقوى من قوة التنافر، لذا تكون القوة المحصلة هي التجاذب. **قم** **بصري-مكاني**

مراجعة على المعارف السابقة

القوة والجاذبية يمكنك تقديم القوة الكهربائية الساكنة من خلال مقارنتها بقوة الجاذبية. كلتاهما من القوى طويلة المدى. يشبه قانون كولوم للقوة الكهربائية الساكنة بين الشحنات النقطية قانون الجذب العام لنيوتن من حيث الصيغة الرياضية. في كل منهما، يتناسب مقدار القوة عكسيًا مع مربع المسافة الفاصلة.

ومع ذلك، هناك اختلافات مهمة بين القوة الكهربائية الساكنة وقوة الجاذبية أيضًا. فالقوة النسبية للقوة الكهربائية الساكنة بين الأجسام بوجه عام يمكن أن تكون أكبر بكثير من قوة الجاذبية. في الواقع، الأجسام بأحجام الأجرام السماوية، مثل الشمس والقمر والأرض، هي فقط الكبيرة بدرجة كافية لتوليد قوة جاذبية يمكن ملاحظتها بسهولة. لكن قوة الجاذبية بين الأجسام ذات الأحجام العادية صغيرة ولا يستطيع اكتشاف تلك القوى إلا الأجهزة بالغة الحساسية. كما أن القوة الكهربائية الساكنة بين جسمين يمكن أن تكون تجاذبًا أو تنافرًا، في حين أن قوة الجاذبية بين الأجسام دائمًا ما تكون تجاذبًا.

2 التدريس

القوى المؤثرة في الأجسام المشحونة

تَطوير المَفاهِيم

القوة المحصلة نظرًا لأن القوى كميات متجهة، عندما تبذل أكثر من شحنة واحدة قوة على شحنة أخرى، تكون القوة المحصلة المبذولة على الشحنة هي المجموع المتجه للقوى المفردة.

تخزين الشحنة يمكن تخزين الشحنة الكهربائية في قارورة ليدن وهي النسخة السابقة من المكثف (وأحد موضوعات البحث للطلاب). يمكن استخدام قارورة ليدن لنقل الطاقة الكهربائية في صورة شحنات كهربائية من مادة إلى أخرى.

فيزياء الحياة اليومية

التحكم في تفريغ الكهرباء الساكنة (ESD) تكون المكونات الكهربائية، كتلك المستخدمة في مكونات الكمبيوتر، عرضة للتلف بسبب عمليات تفريغ الكهرباء الساكنة. قد لا يكون الأشخاص على دراية أنهم يحملون غالبًا شحنة كهربائية كافية لإتلاف تلك الأجهزة. يستخدم الفنيون الذين يتعاملون مع المكونات الحساسة سجادات مضادة للكهرباء الساكنة ويرتدون أساور معصم فلزية خاصة حول المعصم لتوفير مسار لتتدفق عبره الشحنة سريعًا إلى الأرض. وهذا يمنع تراكم الشحنة على الجسم. لضمان أن الشخص المتصل بطرف أرضي باستخدام سوار معصم فلزي لن يتعرض لصدمة كهربائية عن طريق الخطأ، يتم وضع مقاوم عالي القيمة بين السوار والطرف الأرضي.

نشاط مشروع الفيزياء

الرطوبة وتفريغ الكهرباء الساكنة (ESD) أي الظروف الجوية أسوأ بالنسبة إلى الأجهزة الكهربائية المعرضة للتلف من جراء تفريغ الكهرباء الساكنة (ESD)؟ الظروف منخفضة الرطوبة اطلب إلى الطلاب دراسة الآليات التي يمكن أن تتعرض من خلالها الأجهزة للتلف بسبب تفريغ الكهرباء الساكنة (ESD). ثم اطلب منهم ابتكار إجراء لتقييم تهديد تفريغ الكهرباء الساكنة (ESD) اليومي بالنسبة إلى الأجهزة. إحدى الوسائل لتحقيق هذا هي الاحتفاظ بكشاف كهربائي في موضع معين مع إجراء ثابت لشحن جسم معين وتقريبه من الكشاف الكهربائي غير المشحون. يمكن تصنيف درجة استجابة الكشاف الكهربائي كل يوم بالإضافة إلى الرطوبة النسبية في ذلك الوقت. يمكن أن تناقش تقارير الطلاب أي علاقات ترابطية ممكنة. **ضم** **حركي**

مناقشة

سؤال تعمل الكرة الأرضية وغلافها الجوي بمثابة فاصل شحنة عملاق. تحمل الأرض (سطح الكرة الأرضية) شحنة سالبة في حين أن الطبقة الموصلة من الغلاف الجوي العلوي تحمل شحنة موجبة. ما الآلية الموجودة في الغلاف الجوي التي تحافظ على فصل هذه الشحنة العالمية؟

الإجابة الإجابة على هذا السؤال مخالفة للمنطق. يبدو كما لو كان البرق يفرغ شحنة الأرض لأن تأثيره المحلي يكون عادة تفريغ سحب معينة يتكون فيها اختلال لتوازن الشحنة. لكن البرق يحدث على مستوى العالم في آلاف العواصف الرعدية اليومية التي تحمل شحنة سالبة محصلة إلى الأرض، تاركًا شحنة موجبة محصلة في الغلاف الجوي ككل. بدون البرق، لم يكن ليتم الاحتفاظ بعدم توازن الشحنة العالمي هذا. لا يعد الهواء عازلاً تمامًا للكهرباء، لذا فهو يسمح بتصريف الشحنة ببطء. ض م

استخدام النماذج

نشاط التأريض في الدوائر الكهربائية، يعد الطرف الأرضي مصدرًا هائلاً للشحنة، يتصل بالأرض عادة ويظل ثابتًا بشكل أساسي بغض النظر عن تدفق الشحنة. وتظل أي شحنة منقولة ضئيلة مقارنة بهذا المصدر الهائل. استخدم صندوقًا مليئًا بحبات من فوم التغليف وقضيبًا مشحونًا لتمثيل طبيعة الطرف الأرضي بشكل مرئي. يكفي صندوق طوله 200 cm وعرضه 100 cm ممتلئ ببضع مئات من حبات الفوم. عندما يقرّب شخص ما الجسم المشحون من فتحة الصندوق، ستقفز بضع حبات من الفوم وتلتصق بالجسم. لكن هذا سيكون عددًا قليلاً مقارنة بالعدد الإجمالي لحبات الفوم في الصندوق. ما يزال الصندوق يبدو ممتلئًا. وبالمثل، عند هزّ بضع حبات (تمثل الشحنات) لتعود مرة أخرى إلى الصندوق، يتسبب هذا في تغير يمكن إهماله بالنسبة إلى إجمالي الصندوق. ق م بصري-مكاني

خلفية عن المحتوى

الشحنات المتراكمة يمكن أن يصبح جسمك مشحونًا بشحنة كهربائية نتيجة تلامس الجورب مع السجاد. إذا مررت عبر الغرفة لتحية شخص ما، فقد ينتهي بك الأمر لتعطيه صدمة صغيرة مع المصافحة. تكون الصدمة الكهربائية أسوأ في فصل الشتاء لأن الهواء يميل إلى الجفاف أكثر. توجد طرق لتقليل الشحنة الساكنة. تجنب ارتداء أنواع الأقمشة التي تراكم الشحنات بسهولة، مثل الصوف أو النايلون. قبل الإمساك بمقبض باب فلزي بيدين عاريتين، المس الفلز بواسطة المفتاح لتفريغ الشحنة من جسمك أولاً. يمكنك أيضًا تقليل الشعور بالصدمة من خلال النقر على المقبض الفلزي بمفصل أصبعك أولاً. ربما لا تزال توجد شرارة، لكنها ستكون أصغر.

توظيف مختبر الفيزياء

في الجزء المعنون "الشحن"، يمكن أن يلاحظ الطلاب خصائص الأجسام المشحونة. يمكنهم أيضًا ملاحظة الشحنات التي تنتج بواسطة الحث والتوصيل.

استخدام التجربة المصغرة

في التحقق من الحث والتوصيل، يستطيع الطلاب التحقق من خلال حث شحنة على جسم متعادل ونقل الشحنات من خلال التلامس.

قانون كولوم

تعزيز المعارف

الفكرة الرئيسة ما مدى اختلاف القوة الكهربائية الساكنة بناء على المسافة؟ تتناسب القوة الكهربائية الساكنة عكسيًا مع مربع المسافة بين الشحنات النقطية. يقدم قانون كولوم طريقة لحساب القوى الكهربائية الساكنة بشكل مباشر. ومع ذلك، بشرط أن تظل كميات الشحنة ثابتة، يمكن أن يستخدم الطلاب النسب لحساب القوة الكهربائية الساكنة في مواضع جديدة. اطلب إلى الطلاب إجراء السلسلة التالية من الحسابات السريعة: إذا كان مقدار المسافة الفاصلة بين شحنتين 4.0 cm وتتأثران بقوة قدرها 90.0 N. فما القوة التي تتأثران بها إذا زادت المسافة بينهما إلى 12.0 cm؟ زادت المسافة إلى ثلاثة أضعاف، لذا فإن القوة تقل بمقدار المُعامل $9 = 3^2$ إلى 10 N. كم تصبح القوة إذا قلت المسافة بين ذات الشحنتين إلى 2.0 cm؟ سوف تزيد القوة بمقدار المُعامل $4 = 2^2$ إلى 360 N. ض م

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى لتصور القوة التي تبذلها شحنتان نقطيتان ثابتتان على شحنة نقطية ثالثة بشكل بصري، يمكن أن يصمم الطلاب الرسم المقياسي المقترح في استراتيجيات حل المسائل في المثال 1. اطلب إليهم رسم موضع كل شحنة في المسألة بالتفصيل على ورقة رسم بياني. بعد ذلك عليهم رسم خطوط الفعل نتيجة كل زوج من القوى من خلال ربط الشحنات باستخدام مسطرة التقويم. وأخيرًا، اطلب إليهم جمع أسهم الطول بعناية لتتناسب مع قوة الكهرباء الساكنة المحسوبة لهذا الزوج. إذا لزم الأمر، فراجع إلى أي مدى يستطيع الطلاب استخدام نظرية فيثاغورس لإيجاد القوة المحصلة. ق م بصري-مكاني

عرض توضيحي سريع

كأس الشحنة

الزمن المقدَّر 5 دقائق

المواد كأس فلزية واحدة وكأس سليمة من البوليستيرين وكأس من البوليستيرين مكسَّرة إلى شرائح صغيرة، مولد فان دي جراف

الإجراءات ضع كميات متساوية من رقائق البوليستيرين في كل كأس. اطلب إلى الطلاب توقع ما سيحدث عند وضع الكأسين فوق مولد فان دي جراف. اطلب إليهم شرح الاختلافات التي لاحظوها. تظل الشرائح مستقرة في الكأس الفلزية في حين تطير خارج كأس البوليستيرين. استخرج تفسيرات الطلاب من خلال الأسئلة. على سبيل المثال، قد يعتقد الطلاب أن الشحنة قد انتقلت عبر كأس البوليستيرين إلى قطع البوليستيرين. كيف يمكن أن يحدث هذا مع أن البوليستيرين عازل؟ الشحنات السالبة الزائدة في مولد فان دي جراف تتنافر مع الشحنة السالبة في الشرائح التي تصبح مستقطبة. ثم تتراكم بعض الشحنة السالبة الزائدة من داخل الكأس بسبب الشحنة الموجبة الزائدة (الموضعية). بمجرد أن تراكم الشرائح شحنة سالبة كافية، تتنافر مع الشحنة السالبة الزائدة في مولد فان دي جراف. هل هذا يعني أن البوليستيرين موصل أفضل من الفلز في الواقع؟ لا. قد يفترض الطلاب أيضًا أن الشحنة تتراكم على السطح الخارجي للكأس الفلزية فقط. كيف يتسنى للطلاب اختبار هذه الفرضية بصورة أعمق؟ ضع الكأس الفلزية على سطح عازل ثم وصل السطح الداخلي للكأس بمولد فان دي جراف بواسطة سلك. والآن اشحن السطح الداخلي للكأس لمولد فان دي جراف ولاحظ الشرائح. هل ستبدأ الشحنة في التراكم على السطح الداخلي للكأس في نهاية الأمر، بعد مرور وقت كافٍ؟ لا. ستتراكم الشحنات على السطح الخارجي للكأس فقط نظرًا لأن هذه هي أدنى حالة للطاقة. **ض م**

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال *1*.

مسألة استخدم تكوين الشحنات الموضح في المسألة المحلولة 1 ولكن حرك الكرة C إلى موضع يبعد 5.0 cm أسفل الكرة B مباشرة واجعل الشحنة في C تساوي +2.0 μC. اطلب إلى الطلاب إيجاد القوة المحصلة المؤثرة في الكرة B.

الإجابة حدد القوة المبذولة من الكرة C على الكرة B.

$$F_{\text{C على B}} = \frac{Kq_Bq_C}{r_{BC}^2}$$

$$= \frac{\left(9.0\times10^9\ \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}\right)(3.0\times10^{-6}\ \text{C})(2.0\times10^{-6}\ \text{C})}{(5.0\times10^{-2}\ \text{m})^2}$$

$$= 2.2\times10^1\ \text{N}$$

تحمل الكرتان C و B شحنتين متضادتين لذا فهما تتأثران بقوة تجاذب. ومن ثَمّ تقل القوة التي تؤثر بها C في B. القوة المحصلة $F_{\text{المحصلة}}$ على الكرة B تساوي المجموع المتجه لكل من $F_{\text{A في B}}$ و $F_{\text{C في B}}$، لذا فإن مقدار $F_{\text{المحصلة}}$ يساوي

$$F_{\text{محصلة}} = \sqrt{F_{\text{A على B}}^2 + F_{\text{C على B}}^2}$$

$$= \sqrt{(1.0\times10^2\ \text{N})^2 + (2.2\times10^1\ \text{N})^2}$$

$$= 1.0\times10^2\ \text{N}.$$

تحديد زاوية القوة:

$$\tan\theta = \frac{F_{\text{C على B}}}{F_{\text{A على B}}}$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{2.2\times10^1\ \text{N}}{1.0\times10^2\ \text{N}}\right)$$

$$= 12°$$

$F_{\text{محصلة}} = 1.0\times10^2$ N، أسفل المحور x 12°.

نشاط تحفيزي في الفيزياء

حساب الشحنة يمكن أن تطلب إلى الطلاب تعليق بالونين في خيطين وشحن هذين البالونين. ثم اطلب إلى الطلاب قياس المسافة الفاصلة بين البالونين r بدقة وكذلك زاوية الفصل θ. اطلب من الطلاب حساب الشحنة q على كل بالون.

مكونات القوة F_T الخاصة بالتوتر في كل خيط هي $F_T\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{Kq^2}{r^2}$ و $F_T\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) = mg$. لذلك

$$q = \sqrt{\frac{mgr^2}{K}\tan\left(\frac{\theta}{2}\right)}.\ K = 9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2.$$

يمكن أن تكون النتيجة دقيقة المقدار الأسي.

أم **حسيّ حركي**

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

قانون كولوم اطلب إلى الطلاب وصف الظروف التي ينطبق فيها قانون كولوم. ينطبق قانون كولوم تمامًا إذا كانت الشحنات متركزة في نقاط. إذا كانت الشحنة موزعة على جسم محدود الحجم، ينطبق قانون كولوم تقريبًا إذا كان كل جسم صغيرًا جدًا مقارنة بالمسافة بين الأجسام.

استخدامات القوى الكهربائية الساكنة

تعزيز المعارف

مشغل الكتروستاتي اطلب إلى الطلاب تصميم مشغل الكتروستاتي وهو جهاز يحول الإشارة الكهربائية إلى عمل مادي. أحد الأجهزة الممكنة يتكون من مشطين فلزيين متداخلين. عند شحنهما بشحنة متشابهة، يتنافر المشطان وينفصلان. وعند شحنهما بشحنتين مختلفتين، يتجاذب المشطان.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

تخيل أن مولد فان دي جراف موضوع بالقرب من طاولة عليها 3 كرات تحمل شحنات سالبة متساوية وكتلها متساوية. بالنسبة إلى مولد فان دي جراف، الكرات موضوعة في صف بحيث تكون الكرة الأولى على مسافة r من مركز مولد فان دي جراف والثانية على مسافة $2r$ والأخيرة على مسافة $3r$. ستبذل الشحنة السالبة في مولد فان دي جراف قوة تنافر على الكرات الثلاث. ما العلاقة بين العجلة الأولية للكرات الثلاث؟ وفقًا للقانون الثاني لنيوتن $F = ma$؛ وفقًا لقانون كولوم $F = Kq_1^2q_2^2/r^2$. مع دمج هاتين المعادلتين وحلهما لإيجاد العجلة نحصل على $a = Kq_1^2q_2^2/(mr^2)$. ومن ثَمَّ، إذا كانت عجلة الكرة الأولى a_0، فستكون عجلة الكرة الثانية $a_0/4$ وتكون عجلة الكرة الثالثة $a_0/9$.

إعادة التدريس

شحنة اختبار اطلب إلى الطلاب تصور شحنة $q_1 = -2.0\ \mu C$ وشحنة $q_2 = -8.0\ \mu C$ البعيدتين عن بضعهما بمقدار 6.0 m. اطلب إليهم استخدام نسب الشحنة والمسافة لتحديد النقطة التي تكون فيها القوة المحصلة المؤثرة في شحنة الاختبار قدرها $+1.0\ \mu C$ ستكون صفرًا. يجب أن يكون لقوة الجذب المؤثرة في شحنة الاختبار الناتجة عن الشحنة $-2.0\ \mu C$ المقدار نفسه مثل القوة الناتجة عن الشحنة $-8.0\ \mu C$. يحدث هذا على الخط الواصل بين الشحنتين. نظرًا لأن نسبة الشحنة تساوي $\frac{1}{4} = \frac{-2.0\ \mu C}{-8.0\ \mu C} = \frac{q_1}{q_2}$. يجب أن تكون نسبة المسافة $\frac{1}{2} = \frac{x_{T-q_1}}{x_{T-q_2}}$ أو $\left(\frac{x_{T-q_1}}{x_{T-q_2}}\right) = \frac{1}{4}$ (حيث x_{T-q_1} هي المسافة من الشحنة q_1 إلى شحنة الاختبار) أو $x_{T-q_1} = \frac{1}{2}x_{T-q_2}$. ومن ثَمَّ، المسافة من شحنة الاختبار إلى الشحنة $-2.0\ \mu C$ ستكون $\frac{1}{2}$ تلك بالنسبة إلى الشحنة $-8.0\ \mu C$ أو $x_{T-q_1} = 2.0$ m و $x_{T-q_2} = 4.0$ m. ض م

التوسع

القوة الكهربائية الساكنة (الإلكتروستاتية) وقانون نيوتن تبلغ كتلة البروتون حوالي 2000 ضعف كتلة الإلكترون. اسأل الطلاب عما يوحي به قانونا كولوم ونيوتن أن يحدث إن أمكن تحرير بروتون وإلكترون في نطاق دون وجود الشحنات الأخرى. سيتأثر الجسيمان بقوتي تجاذب لهما المقدار نفسه (قانون نيوتن الثالث). وفقًا لقانون كولوم، هذه القوة تساوي $-Ke^2/r^2$ حيث e هي الشحنة الأساسية. نظرًا لأن كتلة الإلكترون أقل 2000 مرة من كتلة البروتون، ستكون عجلة الإلكترون أكبر 2000 مرة من عجلة البروتون (قانون نيوتن الثاني). لذا فإن الجسيمات تصطدم أقرب بكثير إلى الموضع الأصلي للبروتون. أم

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم النص

تتباعد ورقتا الكشاف الكهربائي.

التأكد من فهم الشكل

إذا كان مقدار الشحنة الموجبة التي يحملها القضيب أقل من أو يساوي مقدار الشحنة السالبة في الكشاف الكهربائي، فستتقارب الورقتان حيث يتم تفريغ الكشاف الكهربائي جزئيًا أو كليًا. إذا كان مقدار الشحنة التي يحملها القضيب أكبر من تلك الموجودة في الكشاف الكهربائي، فإن الكشاف الكهربائي يكتسب شحنة موجبة وتتباعد الورقتان.

تطبيقات

9. 1.6×10^{4} N تجاذب
10. 3.0×10^{-6} C
11. الرسم البياني للقوة منعكس على المحور y بالنسبة إلى الرسم البياني الموضح في المسألة المحلولة 1. تظل مقادير كل القوى كما هي. يتغير الاتجاه إلى $42°$ فوق المحور x السالب أو $138°$ عكس اتجاه عقارب الساعة من المحور الموجب x.
12. تقل القوة الكهربائية الساكنة بين شحنتين بمقدار المعامل $3^2 = 9$.
13. 0.068 N تجاه اليمين
14. 3.1 N تجاه اليمين

تحدي

1. $q = m\sqrt{G/K}$
2. لا تؤثر المسافة في صيغة التعبير q لأن القوتين تتناسبان عكسيًا مع مربع المسافة. لذا فإن المسافة تُلغى.
3. $q = (8.61\times10^{-11}\ C/kg)(1.50\ kg)$
$= 1.29\times10^{-10}$ C

القسم 2 مراجعة

15. تتناسب القوة الكهربائية الساكنة طرديًا مع حاصل ضرب الشحنتين وتتناسب عكسيًا مع مربع المسافة بينهما. معادلة هذه العلاقة هي: $F_E = Kq_Aq_B/r^2$.
16. تتناسب القوة الكهربائية الساكنة طرديًا مع كل شحنة. تكون قوة تنافر بين الشحنات المتشابهة وقوة تجاذب بين الشحنات المتضادة.
17. تتناسب القوة الكهربائية الساكنة عكسيًا مع مربع المسافة بين الشحنات. إذا زادت المسافة إلى ثلاثة أمثال، تنخفض القوة إلى التُسع.
18. يظل الكشاف الكهربائي متعادلاً.
19. بينما تتباعد الورقتان، تنخفض قوة الكهربائية الساكنة بينهما حتى تتزن مع قوة الجاذبية التي تجذبهما إلى أسفل.
20. يحرك فصل الشحنة، الناتج عن تجاذب الشحنات المتضادة وتنافر الشحنات المتشابهة، الشحنات المضادة في الجسم المتعادل بالقرب من الجسم المشحون ويحرك الشحنات المشابهة بعيدًا. والتناسب العكسي بين القوة والمسافة يعني أن الشحنات المتضادة الأقرب ستتجاذب بدرجة أكبر من تنافر الشحنات المتشابهة الأبعد. لذا يكون الأثر الإجمالي هو التجاذب.
21. للشحن بشحنة موجبة، لامس القضيب بالكشاف الكهربائي. وللشحن بشحنة سالبة، قرّب القضيب من الكشاف الكهربائي. وقم بتأريض الكشاف الكهربائي؛ وأزل التأريض ثم أزل القضيب.
22. تكون القوى متساوية في المقدار ومتضادة في الاتجاه.
23. ستتنافر بعض الشحنة في الكرة الفلزية إلى الجانب الآخر من الكرة البلاستيكية، مما يجعل مسافة التأثير بين الشحنات أكبر من المسافة بين مركزي الكرتين.

نظرة فاحصة

عندما يتطاير الشرر

انفجارات مضخات الغاز

الخلفية

تكون حرائق مضخات الغاز أكثر شيوعًا في الطقس البارد الجاف. وتكون أكثر شيوعًا كذلك عند استخدام الألياف الاصطناعية، مثل أغطية المقاعد المصنوعة من النايلون. أحد الحلول للتخلص من تراكم الكهرباء الساكنة في مقاعد السيارة أن تدلك مواد التنجيد بالمناديل الورقية أو منتج مشابه يمنع تراكم الشحنة نتيجة احتكاك الأقمشة.

استراتيجيات التدريس

- قارن الشرارة عند مضخات الغاز بالبرق الذي يضرب قضيب البرق. لكلا نوعي تفريغ الكهرباء الساكنة، ساعد الطلاب في بناء علاقة بين الجسم المشحون (سحابة العاصفة، السائق) والموصل الكهربائي (قضيب البرق، فوهة مضخة الغاز).
- اطلب إلى الطلاب البحث في الأسطورة التي تقول أن استخدام الهاتف المحمول قد يؤدي إلى حرائق مضخات الغاز. اطلب منهم كتابة إجابة إلى صديق أرسل إليهم رسالة عبر البريد الإلكتروني عن خطر استخدام الهاتف المحمول أثناء التزود بالغاز. اطلب منهم تفنيد الأسطورة وتضمين المعلومات حول المخاطر الحقيقية وإرشادات السلامة.
- ناقش مع الطلاب استخدام أشرطة التأريض المضادة للكهرباء الساكنة في السيارات. الأشرطة الرفيعة المدلاة من الهيكل الفلزي للسيارة أو الشاحنة والتي توفر وصلة كهربائية بين السيارة والطريق لتشتيت الكهرباء الساكنة التي يمكن أن تتراكم داخل السيارة في حالة عدم وجودها.

المزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة يجب أن يذكر الطلاب وصفًا لإمكانية تسبب تراكم الكهرباء الساكنة في حدوث شرارة من شأنها أن تشعل أبخرة الغاز. كما يجب أن يقدموا نصائح حول كيفية تفريغ الكهرباء الساكنة قبل التزود بالوقود وكيفية تجنب التعرض لإعادة الشحن أثناء التزود بالوقود.

القسم 1

إتقان المفاهيم

24. لا؛ يجب أن يحمل شعرك شحنة موجبة حتى ينقل شحنة سالبة إلى المشط. الشحنة الكلية (الشعر + المشط) محفوظة.

25. تنجذب الورقة في البداية إلى المشط لأن المشط يؤثر بفصل الشحنة في الورقة. ينجذب جزء الأوراق الذي يحمل شحنة موجبة. عندما تلمس الأوراق المشط، تنتقل بعض الشحنة السالبة الزائدة من المشط إلى الورق. ولأن شحنتهما تصبح متشابهة، يتنافر الورق بعد ذلك.

26. ستختلف إجابات الطلاب ولكنها قد تتضمن الهواء الجاف والخشب والبلاستيك والزجاج والقماش والماء غير المؤين كعوازل والفلزات وماء الصنبور وجسم الإنسان كموصلات.

27. تتضمن الفلزات إلكترونات حرة ويتضمن المطاط إلكترونات مرتبطة.

القسم 2

إتقان المفاهيم

28. لقد شُحنت بالتلامس أثناء احتكاكها بالملابس الأخرى ومن ثَمَّ، تنجذب إلى الملابس المتعادلة أو التي تحمل شحنة مضادة.

29. يؤدي ذلك القرص المضغوط إلى شحنه. ثم تنجذب الجسيمات المتعادلة مثل التراب بعد ذلك.

30. لا؛ الشحنة المحصلة هي الفرق بين الشحنتين الموجبة والسالبة. لا تزال الشحنة المحصلة للعملة تساوي صفرًا.

31. تتناسب القوة الكهربائية الساكنة عكسيًا مع مربع المسافة. نظرًا لأن المسافة تقل في حين تظل الشحنات كما هي، تزيد القوة بالتناسب مع مربع المسافة.

32. قرِّب الموصل من القضيب دون أن يلمسه. قم بتأريض الموصل أثناء وجود القضيب المشحون. ثم أزل الطرف الأرضي قبل إزالة القضيب المشحون.

33. يكون التناسب $1/r^2$ صحيحًا في حالة الشحنات النقطية فقط. يمكن عرض القرصين كمجموعة من الشحنات النقطية ولكن لحساب تناسب r كان يجب دمج إجمالي الشحنات النقطية. هذه مسألة لعمليات الفصل الصغيرة فقط. في حالة كانت الأقراص أكثر بعدًا، فسوف تعمل مثل الشحنات النقطية.

إتقان حل المسائل

34. 1.0×10^{-8} N, بعيدًا عن بعضها البعض

35. 2.5×10^{2} N, تجاه الشحنة الأخرى

36. 3.2×10^{-19} C

37. 1.6×10^{20} إلكترون

38. 98 N, شرقًا

39. $q_A = 5.2\times10^{-7}$ C; $q_B = 1.5\times10^{-6}$ C

40. **a.** 18 N, يمينًا
b. 42 N, يسارًا

41. ستختلف الإجابات. لكن أحد نماذج الإجابات الصحيحة كما يلي، "توجد شحنة قدرها $3.0\ \mu C$ بين شحنة قدرها $2.0\ \mu C$ وشحنة قدرها $5.0\ \mu C$ ومن ثم، تكون على مسافة 0.25 m من الشحنة $2.0\ \mu C$ و 0.45 m من الشحنة $5.0\ \mu C$. ما القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة $-3.0\ \mu C$؟"

42. 2×10^{5} C

43. سوف تختلف الإجابات. يمكن أن يكون أحد نماذج الإجابة الصحيحة، "... وموضوعة على مسافة 3.5 cm من كرة أخرى شحنتها $2.1\ \mu C$. ما مقدار قوة الكهربائية الساكنة التي يؤثران بها في بعضهما؟"

44. A > B = C > D > E

تطبيق المفاهيم

45. كان يجب أن تقل المسافة بمعدل $r^2 = \frac{1}{3}$ أو 0.58 ضعف بعيدًا عن بعضها.

46. 2.32 N

47. تكون قوى الجاذبية تجاذبية فقط. يمكن أن تكون قوى الكهربائية الساكنة إما تجاذبية أو تنافرية ويمكننا الإحساس بمجموعها المتجهي فقط وعادة ما يكون صغيرًا. الانجذاب بفعل قوة الجاذبية إلى الأرض أكبر ويمكن ملاحظته لدرجة أوضح لأن الأرض ذات كتلة كبيرة.

48. شحنة البروتون لها المقدار نفسه مثل شحنة الإلكترون لكن إشارتها مختلفة.

49. استخدم عازلاً معروفًا لإمساك إحدى نهايتي الجسم بالقرب من الكشاف الكهربائي. والمس النهاية الأخرى بالقضيب المشحون. إذا أشار الكشاف الكهربائي إلى وجود شحنة، فإن الجسم يعد موصلاً.

50. تنجذب الكرات المتعادلة أولاً إلى القضيب المشحون، لكنها تكتسب الشحنة ذاتها مثل القضيب عندما تلمسه. نتيجة لذلك، تتنافر مع القضيب.

الإجابات

.51 ستبتعد الورقتان أكثر عند **اقتراب قضيب يحمل** شحنة موجبة من المقبض، لكنهما تنخفضان قليلاً عند اقتراب قضيب يحمل شحنة سالبة.

.52 تتنافر الشحنة في السحابة مع الإلكترونات على الأرض، ما يتسبب في فصل الشحنة باستخدام الحث. يكون جانب الأرض الأقرب إلى السحابة موجبًا وينتج عنه قوة تجاذب.

.53 بعد شحن الكرتين A و B بالتساوي، تلمس الكرة B كرتين بالحجم نفسه وتلمسان بعضهما. ستنقسم الشحنة التي تحملها الكرة B بالتساوي بين الكرات الثلاث، لتصبح شحنتها بمقدار الثلث.

.54 الخصائص المتشابهة هي التناسب العكسي مع مربع المسافة وأن القوى تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كميتين (الكتلة أو الشحنة). الفرق أن الكتلة لها إشارة واحدة، لذا تكون قوة الجاذبية قوة تجاذب دائمًا، في حين أن الشحنة لها إشارتان، لذا يمكن أن تكون قوى الكهربائية الساكنة قوة تجاذب أو تنافر.

مراجعة عامة

55. 14 N بعيدًا عن بعضهما

56. 8.2×10^{-8} N, نحو بعضها البعض

57. 5.0×10^{-8} C

58. 6.7×10^{-7} C

59. 1.6×10^{-8} C

التفكير الناقد

.60 2.3×10^{39}

.61 **.a** $+2.00$ m على المحور x

.b $+2.00$ m على المحور x

.62 $F_{\text{محصلة}} = 3.7\times10^{2}$ N, 197° من المحور الموجب x

63. a. 9.8×10^{-3} N

b. 5.7×10^{-3} N

.c 2.4×10^{-8} C على كل كرة

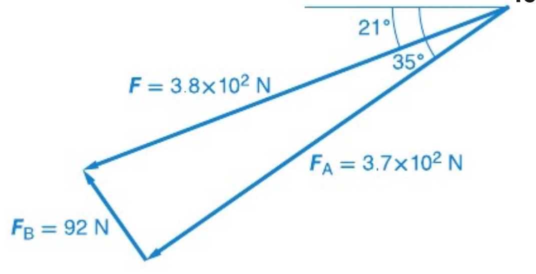
.64 عندما يكون الأيون الموجب في المركز بين القضبان تمامًا، تتزن القوة من القضيب العلوي مع القوة من القضيب السفلي. وبالمثل، تتزن القوتان من القضيبين الأيمن والأيسر تمامًا. إذا تحرك الأيون إلى أعلى أو أسفل، يبذل القضيب الأقرب قوة تنافر أكبر دافعًا الأيون مرة أخرى إلى المركز. إذا تحرك الأيون إلى اليمين أو اليسار، يبذل القضيب الأقرب قوة تجاذب أكبر دافعًا الأيون بعيدًا عن المركز.

.65 **.a** $F_A = 3.7\times10^{2}$ N، بعيدًا (باتجاه q_T)؛ $F_B = 92$ N، نحو (بعيدًا عن q_T)

.b

q_A — 3.7×10² N — F_A — q_B — 125° — F_B — 92 N — 35° — q_T

.c



الكتابة في الفيزياء

.66 ستتنوع إجابات الطلاب لكن ينبغي أن تتضمن معلومات كالتالية. تعد قارورة ليدن التي اخترعت في أواسط الأربعينيات من القرن الثامن عشر أول مكثف. وكانت تستخدم على مدار القرنين الثامن عشر والتاسع عشر لتخزين الشحنات لاستخدامها في التجارب والبراهين المتعلقة بالكهرباء. كانت آلة ويمشورست جهازًا يُستخدم في القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين لإنتاج الشحنات الساكنة وتفريغها. استخدمت آلات ويمشورست، التي حل محلها مولد فان دي جراف في القرن العشرين، قارورات ليدن لتخزين الشحنات قبل التفريغ.

.67 ستتنوع الإجابات، لكن يجب أن يصف الطلاب التفاعلات بين الشحنات الموجبة والسالبة على المستوى الجزيئي. يجب أن يلاحظ الطلاب أن شدة هذه القوى تتوقف على الاختلافات في درجات الانصهار والغليان وعلى السلوك غير المعتاد للماء بين درجتي الحرارة 0°C و 4°C.

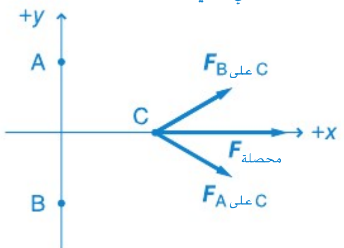
تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. D
2. C
3. A
4. B
5. C
6. C
7. C
8. D
9. A
10. B

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

11. $F_{\text{صافي}} = 0.46\ N$ في اتجاه x الموجب





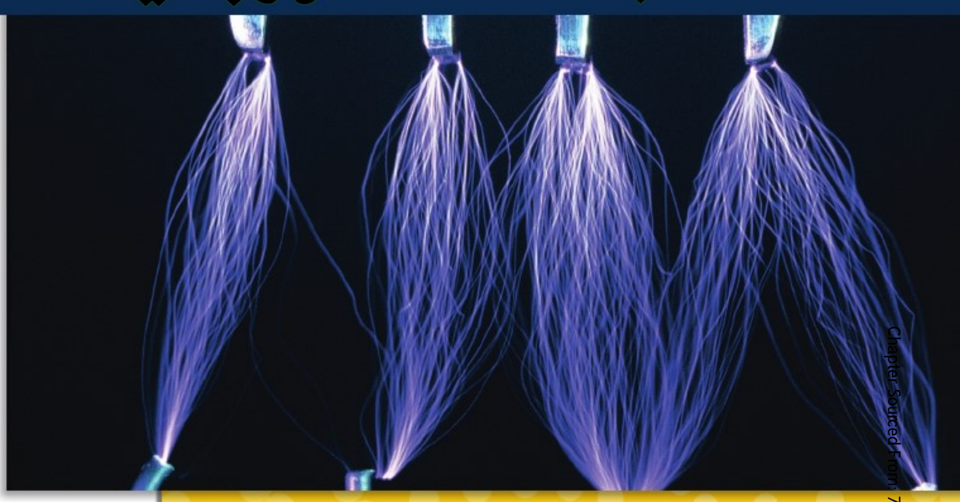
سلم التقدير

إنّ سلم التقدير التالي هو نموذج لتقدير إجابات الأسئلة المفتوحة..

النقط	الوصف
4	يُظهر الطالب فهمًا عميقًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. يمكن أن تشمل الإجابة أوجه قصور بسيطة لا تؤثر على توضيح الفهم العميق.
3	يُظهر الطالب فهمًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. الإجابة صحيحة بشكل جوهري وتوضح شيئًا أساسيًا، لكنها لا توضح الفهم العميق في الفيزياء.
2	يظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط لموضوعات الفيزياء التي درسها. بالرغم من استخدام الطلاب للطريقة الصحيحة للحل أو ربما قدموا حلاً صحيحًا، إلا أن العمل ينقصه فهمًا أساسيًا للمفاهيم الفيزيائية المميزة.
1	يُظهر الطالب فهمًا محدودًا للغاية لموضوعات الفيزياء التي درسها. الإجابة غير كاملة وتوضح العديد من أوجه القصور.
0	يقدم الطالب حلاً خاطئًا تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

الوحدة 7

المجالات الكهربائية



نبذة عن الصورة

إذا كان المجال الكهربائي كبيرًا بما يكفي، فيمكنه سحب الإلكترونات من الذرات وإحداث تفريغ للبلازما، كما هو موضح في الصورة. بمجرد تحرر الإلكترونات والأيونات التي تحمل شحنة مخالفة لها، تتسارع الإلكترونات والأيونات للعبور من الفتحات الموجودة في الاتجاهات المقابلة نتيجة القوة التي تشهدها في المجال الكهربائي. يُصبح المجال الكهربائي أقوى بالقرب من الحواف الحادة للأقطاب الكهربائية، حيث يكون التفريغ أبيض اللون.

استخدام التجربة الاستهلالية

في تجربة الأجسام المشحونة والمسافة يستطيع الطلاب ملاحظة الكيفية التي يتفاعل بها جسمان مشحونان على بعد مسافة ما.

نظرة عامة على الوحدة

تتناول هذه الوحدة بالتفصيل مفهوم الشحنة الكهربية الساكنة ويستوضح المجالات الكهربائية. في القسم 1، يُطبق قانون كولوم على مفهوم المجال الكهربائي وسيقرأ الطلاب عن كيفية إنشاء نموذج لمجال كهربائي باستخدام خطوط المجال الكهربائي. في القسم 2، سيقرأ الطلاب عن استخدامات المجالات الكهربائية.

قبل أن يتناول الطلاب هذه الوحدة بالدراسة، ينبغي عليهم دراسة ما يلي:

- جمع المتجهات في بعدين
- الاحتفاظ بالطاقة
- الشحن الكهربائي
- طاقة الوضع الجذبية gravitational potential energy
- الطاقة الحركية kinetic energy
- قانون الجذب العام لنيوتن

لحل المسائل الواردة في هذه الوحدة، سيحتاج الطلاب إلى فهم عميق لما يلي:

- بيانات التمثيل البياني graphing data
- الجيب وجيب التمام وظل الزاوية sine, cosine, and tangent
- الميل slope
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

مثلما هو الحال في القوة الناتجة عن الجاذبية والتي يؤثر فيها مجال الجاذبية الناتج عن جسم بكتلة، بقوة على جسم آخر بكتلة، يبذل المجال الكهربائي الذي يتولَّد عن جسم مشحون قوة على جسم آخر مشحون. إلا أن هناك فرقًا يتمثل في وجود نوع واحد فقط من الكتلة بينما يمكن أن تكون الشحنة موجبة أو سالبة. ويعني هذا أن قوة الجاذبية يمكن أن تكون جاذبة فقط، بينما يمكن أن تكون القوى الكهربائية إما جاذبة أو طاردة.

القسم 1 قياس المجالات الكهربائية

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

القوى الفاعلة اشحن أنبوبًا من البلاستيك بطول 1 m مثل النوع المستخدم في تغطية مضارب الجولف عن طريق فركه بورقة من أغلفة المطبخ البلاستيكية. ضع علبة فارغة من الألومنيوم على جانبها على سطح الطاولة ولاحظ ماذا يحدث عندما تُمرر أنبوبًا بلاستيكيًا مشحونًا فوقها. ستتسبب القوى الكهربية الساكنة في تحريك العلبة في أي اتجاه دون لمسها بالأنبوب. سيتعلم الطلاب في هذه الوحدة أن المجالات الكهربائية تبذل قوى يمكنها بذل الشغل. **قم** **بصري-مكاني**

مراجعة على المعارف السابقة

القوى والقوانين في وحدة سابقة، قرأ الطلاب أن الأجسام يمكن أن تكون لها شحنة. وتعلموا أيضًا أن هناك أنواعًا مختلفة من الشحنات — موجبة وسالبة. بينما أوضح قانون كولوم العلاقة بين مقدار قوة الشحنات والمسافة بين الشحنات. أما هذه الوحدة فتتناول بالتفصيل فكرة القوة الموجودة بين الشحنات وتستكشف كيفية بذل الشحنات لهذه القوة عند عدم ملامستها لبعضها البعض. سيُطَبِّق الطلاب معرفتهم بالشحنات وقانون كولوم على مفهوم المجال الكهربائي.

2 التدريس

تعريف المجال الكهربائي

تَطوير المَفاهِيم

القوة لكل وحدة أكد على التشابه بين مجال الجاذبية والمجال الكهربائي. اكتب $g = F/m$ و $E = F/q'$ على السبورة واشرح أن مجال الجاذبية هو القوة لكل كتلة وحدة والمجال الكهربائي هو القوة لكل شحنة وحدة.

التفكير الناقد

قوة المجال الكهربائي اطلب إلى الطلاب التفكير بعناية في النتائج التي استخلصوها من التجربة الاستهلالية. اسألهم ما إذا كان من الممكن شحن بالون منفصل عن طريق الحث. لااطلب منهم شرح ما قد يحدث لبالون مشحون لو أنهم تمكنوا من لمسه. إذا تمكن الطلاب من ملامسة البالون، فإن النقطة التي لمسوها على البالون ستُمثّل نقطة تفريغ عن طريق مشاركة الإلكترونات مع الشخص الملامس له. لاحظ أنه لن يحدث تفريغ في البالون بالكامل لأنه مصنوع من مادة غير موصلة. **ض م**

خلفية عن المحتوى

المجالات الكهربائية والصحة في جامعة بريستول في إنجلترا، أجرى فريق دراسة آثار الإشعاع على البشر تجاربه على خط كهرباء قدرته 400 kV وتردده 50 Hz حيث كانت شدة المجال الكهربائي القصوى فوق سطح الأرض 1 m حوالي 4 kV/m. اكتشفوا أن الملوثات المحمولة جوًا يتم سحبها إلى داخل المجال الكهربائي وينتهي بها الأمر إلى أن تتركز أسفل خطوط الكهرباء حيث تصبح مستقطبة. تُنشئ القطبية حركة متذبذبة تجعل الجزيئات "أكثر لزوجة"، بحيث تكون أكثر عرضة للالتصاق بنسيج الرئة. تعتاد أجهزة المناعة في البشر على التعامل مع الملوثات المحمولة جوًا، لكن عندما توجد الملوثات المحمولة جوًا بهذه التركيزات وبخصائص التصاق إضافية، فإنها تُشكّل خطرًا على الصحة.

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

القوة مقابل المجال قد يخلط الطلاب بين المجال الكهربائي الذي يدور حول الشحنة والقوة المؤثرة في الشحنة. وضح أن المجال الكهربائي هو النسبة التي تقيس القوة الكهربية الساكنة لكل وحدة شحنة. ($E = F/q'$).
استعن بالمسألة المحلولة 1 وبـ "مثال في الصف" داخل الفصل لمعرفة الكيفية التي كان يتعين بها تغيير مقدار المجال الكهربائي إذا تبين أن القوة الموجودة على شحنة الاختبار الموجبة قد تضاعفت.

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال *1*.

مسألة يُقاس المجال الكهربائي باستخدام شحنة اختبار موجبة قدرها 3.0×10^{-6} C. تتأثر شحنة الاختبار بقوة قدرها 0.24 N بزاوية 15° شمال شرق ما مقدار المجال الكهربائي واتجاهه في موقع شحنة الاختبار؟

الإجابة استخدم $E = F/q'$، حيث $q' = 3.0\times10^{-6}$ C و $F = 0.24$ N. أوجد قيمة E:

$E = (0.24\ N)/(3.0\times10^{-6}\ C) = 8.0\times10^{4}$ N/C

شحنة الاختبار موجبة، لذا تكون القوة المؤثرة في شحنة الاختبار في نفس اتجاه المجال الكهربائي؛ 15° اتجاه الشمال الشرقي.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر لا يتمكن الطلاب ضعاف البصر غالبًا من إدراك أن بعض الظواهر تحدث في فراغ ثلاثي الأبعاد. ساعد الطلاب على معرفة الحقيقة التي تفيد بأن المجال الكهربائي في الواقع ثلاثي الأبعاد. اطلب من الطلاب إنشاء نموذج لمجال كهربائي يُحيط بشحنة موجبة. يمكنهم استخدام صلصال التشكيل أو أعواد الأسنان أو أدوات تنظيف الأنابيب أو غيرها من المواد المناسبة. اطلب من الطلاب شرح كيفية توجيه خطوط المجال الكهربائي عند تقديمهم للنموذج. **ض م** **حسيّ حركي**

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 2.

مسألة ماذا يحدث لمقدار المجال الكهربائي عند تقليل المسافة إلى شحنة المصدر إلى النصف؟ قارن بين النتائج المستخلصة هنا والمستخلصة من المسألة المحلولة 2. أوجد مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تبعد مسافة 0.15 m إلى ناحية اليمين من مجال شحنة قدرها -4.0×10^{-6} C.

الإجابة نظرًا لاتباع المجال الكهربائي لقانون التربيع العكسي، ينبغي أن يزداد المجال الكهربائي بمقدار أربعة أضعاف إذا قمت بخفض المسافة إلى شحنة المصدر إلى النصف. استخدم $E = \frac{F}{q'}$ بدون قانون كولوم، $F = \frac{Kqq'}{d^2}$ حيث $K = 9.0\times10^{9}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$, $q = -4.0\times10^{-6}$ C, و $d = 0.15$ m. وهذا يساوي

$$E = K\frac{qq'}{d^2q'} = K\frac{q}{d^2}$$

$$= \frac{(9.0\times10^{9}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(-4.0\times10^{-6}\ \text{C})}{(0.15\ \text{m})^2}$$

$$= -1.6\times10^{6}\ \text{N/C}.$$

تشير إشارة السالب إلى أن شحنة الاختبار الموجبة q' تتأثر بقوة إلى جهة اليسار (على سبيل المثال، باتجاه الشحنة النقطية السالبة q).

عرض توضيحي للمجال الكهربائي

الفكرة الرئيسة انفخ بالونين. افرك أحدهما بشعرك لمنحه شحنة سالبة (تنتقل الإلكترونات المتحررة من شعرك إلى البالون). ضع البالون على سطح غير موصل مثل الطاولة أو الأرض. والآن اشحن البالون الثاني بالطريقة نفسها وضعه بالقرب من البالون الأول لكن دون ملامسته، بحيث يتنافر معه البالون الأول. اشرح للطلاب أن المجال الكهربائي الناتج عن البالون سالب الشحنة الموجود في يدك يتفاعل مع البالون سالب الشحنة الموجود على الأرض أو الطاولة لتوليد قوة طاردة. يمكن تكرار هذا العرض التوضيحي بمجموعة من الأجسام غير الموصلة ذات الأشكال الهندسية المختلفة. **ض م** **بصري-مكاني**

نشاط تحفيزي في الفيزياء

طواحين المجال الكهربائي لتفادي التعرض لضربات البرق المحتملة عند تشغيل مركبة ما، يستخدم المهندسون في وكالة ناسا نوعًا من أجهزة الاستشعار يُعرف باسم طاحونة المجال الكهربائي لتقييم مقدار المجالات الكهربائية الجوية الموجودة في السحب والمحيطة بها على طول مسار الإطلاق المقصود. شجّع الطلاب على البحث عن إحدى طواحين المجال الكهربائي وبناء نموذج لها — من الممكن استخدام صناديق القمامة ومقالي الكعك ومحرك كهربائي وأدوات أخرى. تأكد من أن يشرح الطلاب كيفية استخدام وكالة ناسا لطواحين المجال الكهربائي لإيجاد مقدار المجال الكهربائي المحيط وقطبيته (عن طريق قياس السعة وطور التيار المار من الأجزاء الساكنة في المحرك وإليها). يمكن للطلاب تقديم طواحين المجال الكهربائي التي صمموها أمام الفصل. **أ م** **حسيّ حركي**

نمذجة المجال الكهربائي

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

اتجاه القوة قد لا يفهم الطلاب أن خطوط المجال أو خطوط القوى، تكون موجهة من الشحنات الموجبة إلى الشحنات السالبة. أكد على أن شحنة الاختبار الموجبة في أي مجال كهربائي تتأثر بالقوة في اتجاه مماثل للمجال الكهربائي المحلي. إلا أن شحنة الاختبار السالبة في أي مجال كهربائي تتأثر بقوة تكون في الاتجاه المعاكس للمجال الكهربائي المحلي.

استخدام التشابه

الخطوط الكنتورية يستخدم رسامو الخرائط خطوط العرض والطول لتحديد الموقع ولكن هذه الخطوط لا وجود لها في الواقع؛ وهو ما يعني أن الشخص لا يرى خطوط العرض والطول أثناء مشيه. وبالمثل، خطوط المجال الكهربائي غير موجودة في العالم الواقعي. فهي تُستخدم في تمثيل بعض خصائص المجال الكهربائي الواقعي.

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى اطلب إلى الطلاب عمل رسوم تخطيطية لعرض خطوط المجال الكهربائي لمختلف الشحنات النقطية. ينبغي أن تتجه خطوط المجال بعيدًا عن الشحنات الموجبة ونحو الشحنات النقطية السالبة. بالنسبة إلى الشحنتين النقطيتين الموجبتين، تتجه خطوط المجال بعيدًا عن كلتا الشحنتين، نظرًا لأن الشحنات المتماثلة تتنافر. بالنسبة إلى المسافات التي تفوق مسافة الفصل بين الشحنات بدرجة كبيرة، ينبغي أن تتشابه خطوط المجال مع تلك الخطوط الناتجة عن شحنة واحدة نقطية موجبة ومزدوجة. بالنسبة إلى إحدى الشحنات النقطية الموجبة وإحدى الشحنات النقطية السالبة، تتجه خطوط المجال من الشحنة الموجبة إلى الشحنة السالبة. بالنسبة إلى المسافات التي تفوق مسافة الفصل بين الشحنات بدرجة كبيرة، ينبغي أن تتشابه خطوط المجال مع خطوط نقطة الحياد (أي يجب ألا يكون هناك أي خطوط مجال). لا تتقاطع خطوط المجال مع بعضها البعض أبدًا. **ق م** **بصري-مكاني**

مُولِّدات فان دي غراف

استخدم الشكل 7

يربط معظم الطلاب بين كلمة المجال والسطح المستوي. اطلب من الطلاب تحليل الصورة الفوتوغرافية للشخص الذي يلمس مُولِّد فان دي غراف في **الشكل 7**. يمكنهم رؤية الجزء الأمامي من رأس الشخص، لكن كيف يتخيلون الجزء الخلفي من الرأس؟ الشعر منتصب للأعلى. اسأل الطلاب عما يمكنهم استنتاجه بخصوص المجالات الكهربائية من هذه الصورة الفوتوغرافية. المجالات الكهربائية ثلاثية الأبعاد. في هذا المثال، تشع هذه المجالات من رأس الشخص نحو الخارج.

تَطوير المَفاهِيم

تحديد الشحنة اطلب من الطلاب اقتراح طريقة أخرى لتحديد ما إذا كان مُولِّد فان دي غراف مشحون بشحنة موجبة أو سالبة. قد تختلف الإجابات. على سبيل المثال، إذا وضعوا الكاثود (القطب السالب) الموجود في أنبوب التفريغ بالقرب من المجال المشحون وتوهج الأنبوب، فهذا يعني أن المُولِّد سالب الشحنة. لكن، إذا كان المُولِّد يحمل شحنة موجبة، فسيتعين على الطلاب تثبيت الأنود (أو القطب الموجب) ناحية المجال للحصول على التوهج ذاته.

تعزيز المعارف

شحنة الأرض على سطح الأرض، يوجد مجال كهربائي يبلغ 150 N/C تقريبًا، يتجه إلى الأسفل. اسأل عن الإشارة التي لا بد أن تحملها شحنة الأرض لتوليد مجال كهربائي بهذا الاتجاه. لا بد أن تكون الأرض سالبة الشحنة. **ض م**

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

فكّر في العرض التوضيحي للبالونين والذي يظهر أن المجالات الكهربائية يمكن أن تنقل القوى على الأجسام المشحونة (أو المستقطبة). اسأل الطلاب عن الكيفية التي يمكن بها زيادة القوة بين البالونين. لزيادة القوة، يمكن تقريب البالونين من بعضهما البعض أو يمكن زيادة الشحنة على بالون واحد أو كليهما أو القيام بالأمرين. اطلب منهم رسم خطوط المجال الكهربائي التي تنبعث من أحد البالونين عند عزله ومن كلا البالونين عند تقريبهما بما يكفي لتوليد قوة طرد بينهما. في الحالة الأولى، ستتبع خطوط المجال الكهربائي بشكل شعاعي من البالون. أما في الحالة الثانية، فسيحدث الأمر نفسه فيما عدا أنه بين البالونين، ستنحرف خطوط المجال بعيدًا عن بعضها البعض. **ض م**

التحقق من الفهم

خطوط المجال الكهربائي اطلب إلى الطلاب رسم خطوط المجال لصفيحة كبيرة تحمل شحنة موجبة. تأمل فقط المنطقة البعيدة عن حواف الصفيحة. بعيدًا عن حواف الصفيحة، تكون خطوط المجال مستقيمة المسار وموازية للخطوط المتعامدة على الصفائح وتشير بعيدًا عن الصفيحة الموجودة على كلا الجانبين. **ق م** **بصري-مكاني**

التوسع

شدة المجال الكهربائي اسأل الطلاب عما إذا كان هناك حد أقصى لشدة المجال الكهربائي. بالطبع. هناك حد لأنه يستحوذ على مجموعة من الشحنات اللازمة لتوليد مجال كهربائي. بعد الوصول إلى كثافة معيّنة، ستبدأ هذه الشحنات في التنافر من بعضها البعض، يجعل إضافة المزيد من الشحنات مستحيلًا. **ض م**

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم النص

المتغيرات المكتوبة بخط عريض ما هي إلا كميات متجهة، لذا تحتاج إلى كميتين (مقدار واتجاه) لتحديدها.

توجد الشحنة في موقع الأسلاك النحاسية.

تطبيقات

1. 4.0×10^{1} N/C
2. 3.0×10^{6} N/C إلى اليسار
3. -3.2×10^{-8} C
4. اطلع على الإجابات أدناه.

الجدول 2 نموذج بيانات		
شدة شحنة الاختبار (C)	القوة المؤثرة في شحنة الاختبار (N)	شدة المجال الكهربائي (N/C)
1.0×10^{-6}	0.30	3.0×10^{5}
2.0×10^{-6}	0.65	3.3×10^{5}
3.0×10^{-6}	0.45	1.5×10^{5}

5. 8.1×10^{-6} N. جنوبًا
6. 1.6×10^{4} N/C باتجاه q
7. a. لا؛ ستكون القوة المؤثرة في شحنة قدرها $2.0\ \mu C$ مضاعفة عن القوة المؤثرة في شحنة قدرها $1.0\ \mu C$.

   b. نعم؛ سوف تقسم القوة على شدة شحنة الاختبار. لذلك ستكون النتائج هي نفسها.

تطبيقات

8. 2.6×10^{4} N/C
9. 6.5×10^{3} N/C
10. 2.5×10^{4} N/C شرقًا
11. -3.1×10^{-9} C
12. 7.7 m
13. نظرًا لتناسب شدة شحنة الاختبار q' والقوة F تناسبًا طرديًا. تكون $F = (Kq/r^2)q'$. ومن ثَمَّ، يكون المجال الكهربائي وهو نسبة القوة إلى شحنة الاختبار، مستقلًا عن q'؛ $E = F/q' = Kq/r^2$.
14. 7.5×10^{2} N/C
15. 6.4×10^{3} N/C

مراجعة القسم 1

16. للكشف عن مجال في نقطة، ضع شحنة الاختبار عند تلك النقطة وحدد ما إذا كانت هناك قوة مؤثرة فيها. لإيجاد مقدار المجال، اقسم مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار على مقدار شحنة الاختبار. لا بد من اختيار مقدار شحنة الاختبار بحيث تكون صغيرة للغاية مقارنة بمقادير الشحنات المُولِّدة للمجال.
17. 6.25×10^{4} N/C شرقًا
18. تشير الأسهم الموجودة حول الشحنة الموجبة بعيدًا عن الشحنة؛ بينما تشير الأسهم الموجودة حول الشحنة السالبة ناحية الشحنة.
19. المجال هو خاصية من خصائص تلك المنطقة من الفراغ ولا يعتمد على شحنة الاختبار المستخدمة في قياسه. تعتمد القوة على مقدار شحنة الاختبار وإشارتها.
20. لا؛ هذه الشحنة كبيرة بما يكفي لتشويه المجال الناتج عن الشحنات الأخرى بمجالها الخاص.

تطبيقات المجالات الكهربائية

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

نقل الشحنة ضع علبة قهوة فارغة على منصة عازلة، مثل كتلة إسفنجية من البوليفوم واشحنها. اجعل أحد الموصلات، مثل شريط من رقائق الألومنيوم، يلامس الجزء الداخلي من العلبة ومن ثمَّ وصّله بالكشاف الكهربائي. تأكد من تثبيت الرقاقة بعازل لكي تتفادى تأريض الرقاقة. وضّح أن ورقتا الكشاف الكهربائي لا تزالان مرنتَين. كرر الأمر؛ لكن في هذه المرة اجعل الموصّل يلامس الجزء الخارجي من علبة القهوة. وضّح أن ورقتَي الكشاف الكهربائي أصبحتا متباعدتين الآن. اسأل طلاب الفصل عما يستنتجونه من هذه التجربة بخصوص الكيفية التي ينقل بها الجسم الشحنة. تنتقل الشحنة على الجزء الخارجي للجسم وليس على الجزء الداخلي له. **ق م** **بصري-مكاني**

مراجعة على المعارف السابقة

طاقة الوضع مثلما تم توضيحه في القسم 1، يمكن للطلاب الاستمرار في رسم المقارنات بين قوة الجاذبية وطاقة الوضع الجذبية. ستؤدي مراجعة طاقة الوضع إلى مساعدة الطلاب على فهم فكرة طاقة الوضع الكهربائية.

2 التدريس

الطاقة والجهد الكهربائي

الفيزياء في الحياة اليومية

سلامة المكثف ذكّر الطلاب بأن الأجهزة الإلكترونية لا تتعرض للتلف بسهولة وحسب، بل إنها قد تتسبب في التلف كذلك. اسأل الطلاب عما إذا كانوا قد شاهدوا أي نوع من علامات التحذير على أجهزة الكمبيوتر أو أجهزة الراديو أو أجهزة التلفاز أو مسجلات الفيديو الرقمية. أخبر طلاب فصلك أنه لا يزال من الممكن أن يتعرضوا لصدمة كهربائية حتى عند إيقاف تشغيل الطاقة لأن المكثفات قد تظل مشحونة. إذا لمسوا قطبًا مشحونًا، فمن الممكن أن يتعرضوا لصدمة كهربائية كبيرة نظرًا لعدم تأريض كل الأقطاب.

استخدام التشابه

الفكرة الرئيسة تكون طاقة الوضع الجذبية مماثلة للارتفاع الموجود في حسابات طاقة الوضع الجذبية. في حالة الجاذبية، تسقط الأجسام من ارتفاع أكبر إلى ارتفاع أقل، مما يؤدي إلى استبدال طاقة الوضع بالطاقة الحركية. أما في حالة الجهد الكهربائي، فتتحرك الشحنات الموجبة من جهد كهربائي أكبر إلى جهد كهربائي أقل (تتحرك الشحنات السالبة في الاتجاه المعاكس) ويؤدي ذلك أيضًا إلى استبدال طاقة الوضع بالطاقة الحركية. وسّع هذه المقارنة عن طريق توضيح أن الشحنات الموجبة تتحرك باتجاه منطقة ذات جهد كهربائي أقل بالطريقة نفسها التي تتدحرج بها صخرة إلى الأسفل باتجاه منطقة ذات جهد جذبي أقل. وبالمثل وكما ستتدحرج الصخرة بسرعة أكبر بعد أن تتجه إلى أسفل تلة أكثر ارتفاعًا، ستتحرك الشحنات بسرعة أكبر بعد "السقوط" بواسطة زيادة فرق الجهد الكهربائي.

تَطوير المَفاهِيم

فرق الجهد الكهربائي اسأل الطلاب عما إذا كان بإمكانهم قياس فرق الجهد الكهربائي عند نقطة واحدة. لا؛ فرق الجهد الكهربائي هو الفرق في الجهد الكهربائي بين نقطتين—قياس الطاقة المطلوبة لنقل كولوم واحد من الشحنة من نقطة واحدة إلى نقطة أخرى. **ض م**

الفيزياء في الحياة اليومية

الفصل الهلامي يفصل هذا الأسلوب أجزاء الحمض النووي DNA حسب الحجم. تقطع الإنزيمات الخاصة الحمض النووي حيث يوجد تسلسل محدد من الأحماض الأمينية. تتمثل النتيجة في مجموعة من الأجزاء ذات الأطوال المختلفة التي تحمل شحنة كهربائية. يوضع الحمض النووي في أحد طرفي مادة مشابهة للجيلاتين ويُطبَّق فرق الجهد في المادة الهلامية، مسببًا نقل أجزاء الحمض النووي إلى الطرف الآخر. كلما كان الجزء أكبر، كانت حركته في المادة الهلامية أكثر بطئاً. يُصبغ الحمض النووي وتُلتقط صورة فوتوغرافية لإظهار المسافة التي يقطعها كل جزء. اطرح السؤال التالي على الطلاب. "افترض أنك تستخلص الحمض النووي من كل حلزون من إجمالي 15 حلزونًا. وتكتشف أن أجزاء الحمض النووي في 5 حلزونات موجودة في المكان نفسه. ما الذي بإمكانك استنتاجه؟" خمسة من الحلزونات تملك حمضًا نوويًا مماثلاً وبينها علاقة على الأرجح. **ق م**

الجهد الكهربائي في مجال منتظم

استخدم الشكل 11

لا يكون المجال الكهربائي بين صفيحتين موازيتين منتظمًا إلا إذا كان طول الصفيحتين وعرضهما أكبر بكثير من المسافة الفاصلة بينهما. وضّح أن المجال لا يكون منتظمًا بالقرب من حواف الصفيحتين.

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى اكتب على السبورة الشغل = الشحنة × فرق الجهد الكهربائي. وضّح أن هذه الصيغة تربط بين الشغل من ناحية والشحنة وفرق الجهد من ناحية أخرى. اسأل الطلاب عن الوحدات التي سيستخدمونها في الصيغة. وحدة قياس الشغل المبذول هي الجول؛ والكولوم هو وحدة قياس الشحنة؛ في حين أن فرق الجهد يُقاس بالفولت. اطلب من الطلاب إعادة كتابة الصيغة التي تستبدل المتغيرات بوحدات القياس الصحيحة. 1 جول = (1 كولوم)(1 فولت). **ق م** **الرياضيات المنطقية**

أمثلة إضافية للحل داخل الفصل

الاستخدام مع مثال 3.

مسألة صفيحتان متوازيتان مشحونتان مساحة كل منهما 30 cm مربع وتبتعدان عن بعضهما البعض مسافة قدرها 4.0 cm. مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين يساوي 2400 N/C. كم يساوي فرق الجهد الكهربائي بين المجالين؟ (قد تحتاج إلى تذكير بعض الطلاب بضرورة تحويل 4.0 cm إلى 0.040 m).

الإجابة أولاً، إيجاد القيم المجهولة. $\Delta V = Ed$

$E = 2400\ \text{N/C}$

$d = 4.0\ \text{cm} = 0.040\ \text{m}$

$\Delta V = (2400\ \text{N/C})(0.040\ \text{m}) = 96\ \text{V}$

مسألة ما الشغل المبذول اللازم لتحريك بروتون من سطح سالب إلى سطح موجب؟

الإجابة $\Delta V = W/q$، إذن $W = q\Delta V$. بإدراج q و ΔV: $q = 1.602\times10^{-19}\ \text{C}$. $\Delta V = 96\ \text{V}$

$W = (1.602\times10^{-19}\ \text{C})(96\ \text{V}) = 1.5\times10^{-17}\ \text{J}$

أمثلة إضافية للحل داخل الفصل

الاستخدام مع مثال 4.

مسألة تزن قطرة زيت متوقفة بلا حركة بين صفيحتين متوازيتين مساحة كل منهما 30 cm مربع 1.5×10^{-14} N. تبتعد الصفيحتان المتوازيتان مسافة 2.4 cm عن بعضهما البعض وفرق الجهد بينهما يساوي 450 V. ما الشحنة المؤثرة في قطرة الزيت؟

المعلوم:

$\Delta V = 450\ \text{V}$

$F_g = 1.5\times10^{-14}\ \text{N}$

$d = 2.4\ \text{cm} = 0.024\ \text{m}$

$F_e = F_g$

المجهول:

الشحنة المؤثرة في القطرة. $q = ?$

عدد الإلكترونات. $n = ?$

الإجابة أولاً استخدم $F_e = qE$ وعوض بما يلي $E = \Delta V/d$ لإيجاد قيمة q.

$$F_g = qE = \frac{q\Delta V}{d}$$

$$q = \frac{F_g d}{\Delta V}$$

$$q = \frac{(1.5\times10^{-14}\ \text{N})(0.024\ \text{m})}{450\ \text{V}} = 8.0\times10^{-19}\ \text{C}$$

مسألة إذا كانت الصفيحة العليا موجبة، فكم عدد الإلكترونات الزائدة الموجودة على قطرة الزيت؟

الإجابة أوجد الحل باستخدام $n = \frac{q}{e}$.

$e = 1.602\times10^{-19}\ \text{C}$

$q = 8.0\times10^{-19}\ \text{C}$

$$n = \frac{8.0\times10^{-19}\ \text{C}}{1.602\times10^{-19}\ \text{C}}$$

$n = 5$ إلكترونات

تجربة قطرة الزيت لميليكان

عرض توضيحي سريع

الصفائح المتوازية المشحونة

الزمن المقدَّر 5 دقائق

المواد صفيحة من البلاستيك المرن أو صفيحة من الألومنيوم أو الصوف أو كوب مطاط أو بلاستيك، كرة البيلسان

الإجراءات اربط الكوب بصفيحة الألمنيوم؛ ستستخدم الكوب كمقبض. اشحن الصفيحة المرنة عن طريق فركها بالصوف. استخدم كرة البيلسان لإظهار المجال بالقرب من المنطقة التي قمت بفركها. بعد ذلك، ضع صفيحة الألومنيوم المعدنية على اللوحة المرنة والمسها بإصبعك. يمنح هذا صفيحة الألومنيوم شحنة معاكسة. استخدم كرة البيلسان لتوضيح أن هناك مجالاً حولها. اجعل صفيحة الألومنيوم موازية للصفيحة المرنة. ستبين كرة البيلسان المجال الموجود بين الصفيحتين.

نشاط تحفيزي في الفيزياء

تطبيقات فرق الجهد الكهربائي يمكن للطلاب المهتمين معرفة المزيد عن تخطيط كهربائية القلب (EKG) وتخطيط كهربية الشبكية وتخطيط كهربائية العضل (EMG) وتخطيط كهربية الدماغ (EEG). اطلب من الطلاب البحث عن إجراء واحد من هذه الإجراءات الطبية. اطلب منهم وصف كيفية تطبيق فرق الجهد الكهربائي على جهازهم أو إجرائهم المختار عند تقديمهم للنتائج التي استخلصوها أمام الصف.



استخدام التجربة المصغرة

في تجربة المجالات الكهربائية، يمكن للطلاب ملاحظة مجال كهربائي.

المجالات الكهربائية بالقرب من الموصلات

مناقشة

سؤال لماذا تُعد ملامسة عمود معدني أو موصل مشابه فكرة جيدة قبل تزويد سيارتك بالوقود؟

الإجابة يؤدي ذلك إلى تأريض أي تراكم للشحنات الكهربائية على جسمك ومن ثَمَّ تفادي حدوث شرر يمكن أن يتسبب في اشتعال أبخرة البنزين ووقوع انفجار. فسّر للطلاب أنه ينبغي عليهم عدم ركوب السيارة أو النزول منها أثناء تزويد السيارة بالوقود لأن الانزلاق على المقاعد يمكن أن يؤدي إلى تراكم الشحنات على أجسادهم. ض م

المكثفات

تَطوير المَفاهِيم

الشحنة الكلية وضّح أن كلمة الشحنة المذكورة في تعريف السعة تشير إلى القيمة المطلقة للشحنة على أي صفيحة. باعتباره جهازًا كاملاً، يحتوي جهاز المكثف المشحون على شحنة صافية تساوي صفرًا لأن الشحنة الموجودة على الصفائح المقابلة متساوية في المقدار لكنها تحمل إشارة مغايرة. تلغي الشحنات المعاكسة بعضها البعض، تاركة الجهاز بالكامل في وضع محايد.

التفكير الناقد

المجال الكهربائي للأرض ذكّر الطلاب بأن الأرض تتمتع بمجال كهربائي. اطرح فكرة أن العاصفة الرعدية يمكن فهمها على أنها تمهيد لمكثف عملاق. اطلب من الطلاب شرح أجزاء هذا المكثف. تعمل الأرض كإحدى الصفيحتين المشحونتين؛ وتُشكّل السحب الصفيحة المشحونة الأخرى؛ ويلعب الهواء الموجود بينهما دور العازل (يُعرف أيضًا باسم الحاجز الكهربائي).

استخدام التجربة المصغرة

عند بناء المكثف، يمكن أن يتعلم الطلاب المزيد عن المكثفات.

نشاط مشروع الفيزياء

المجالات الكهربائية حول الأجسام يمكن للطلاب استخدام كرات البيلسان لاستكشاف المجال الكهربائي حول الأجسام التي لها أشكال مختلفة. يقوم الطلاب أولاً بشحن صفيحة من البوليفوم عن طريق فركها بقطعة من الصوف. بعد ذلك، يُعلّقون كرة معدنية على سلك عازل ويجعلونها ملامسة للقطعة المشحونة من البوليفوم. ينبغي على الطلاب معرفة أن الكرة تتنافر من كرة البيلسان في كل الاتجاهات بنفس الدرجة. بعد ذلك، اطلب من الطلاب تعليق قضيب معدني من السلك العازل والحرص على ملامسته للجزء المشحون من البوليفوم. اسأل الطلاب عما يلاحظونه. ينبغي أن تتنافر كرة البيلسان على طول القضيب بأكمله بنفس الدرجة، من اليسار إلى اليمين ومن الأعلى إلى الأسفل كذلك. بالقرب من نهاية القضيب، قد تكون هناك بعض الاختلافات في المجال الكهربائي. ق م حسيّ حركي

تعزيز المعارف

المكثفات عَرِّف المكثف على أنه "عبارة عن مكونيّ توصيل منفصلين عن بعضهما البعض ومشحونين بكميات مختلفة من الشحنات (q_1 و q_2)". اسأل الطلاب عن الكيفية التي يتمكن بها المكثف من تخزين الطاقة الكهربائية. نظرًا لشحن مكوني التوصيل في المكثف بكميات مختلفة من الشحنات q_1 و q_2، فلا بد من وجود مجال كهربائي بين مكوني التوصيل. هذا هو المجال الكهربائي الذي يُخزّن الطاقة. عادة ما تكون قيمتا q_1 و q_2 المطلقتان متشابهتين لكنهما تحملان إشارتين مختلفتين. ض م

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال *5*.

مسألة فرق الجهد الكهربائي بين جسم كروي مشحون والأرض يساوي $76.0\ V$ عندما تساوي شحنة الجسم الكروي $3.8\times10^{-4}\ C$. كم تساوي سعة المجال بين الجسم الكروي والأرض؟

الإجابة استخدم $C = q/\Delta V$ وأوجد قيمة C.

$$\Delta V = 76.0\ V$$

$$q = 3.8\times10^{-4}\ C$$

$$C = \frac{3.8\times10^{-4}\ C}{76.0\ V} = 5.0\times10^{-6}\ F = 5.0\ \mu F$$

عرض توضيحي سريع

فرق الجهد عبر المكثفات

الزمن المقدّر 10 دقائق.

المواد ثلاثة مكثفات 1 F، مولِّد يعمل بشكل يدوي، توصيل الأسلاك بمشابك، مِفْتَاحُ سِكِّينَة، جهاز يعمل بالبطارية مثل كشاف صغير أو راديو

الإجراءات وصّل المكثفات الثلاثة ومفتاح السكينة والمولّد اليدوي في دائرة متصلة على التوالي.

تحذير: التزم بجميع احتياطات الأمان عند استخدام المكثفات. تأكد من عدم ملامسة الطلاب لأسلاك غير معزولة أو المكثف. تأكد من أن جميع الأسلاك والمفاتيح وغيرها معزولة بشكل صحيح.

شغّل ذراع التدوير اليدوي لتزويد المكثفات بالطاقة. عند تزويد المكثفات بالطاقة، افتح المفتاح السكيني وافصل المولّد. وصّل الجهاز الذي يعمل بالبطارية مكان المولّد. أغلق المفتاح السكيني ولاحظ ما سيحدث. ينبغي أن يشتغل الجهاز الذي يعمل بالبطارية. اسأل الطلاب عن سبب تشغيل الجهاز. يحصل الجهاز على طاقة كهربائية من المكثف المزوَّد بالطاقة. إذا سمح الوقت، فوصِّل المكثفات على التوازي ولاحظ النتائج. ينبغي أن يشتغل الجهاز الذي يعمل بالبطارية.

توظيف مختبر الفيزياء

عند تخزين الشحنة، يمكن للطلاب ملاحظة كيفية عمل المكثف.

توظيف مختبر الفيزياء

عند تزويد المكثفات بالطاقة، يمكن للطلاب التحقق من المعدل الذي يتم عنده شحن المكثفات المختلفة.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

تخيل أننا وضعنا شحنة اختبار في مجال كهربائي موحد. عند تحرر الشحنة، فإنها تتسارع باتجاه الصفيحة وتصطدم بها بمعدل 1 J من الطاقة الحركية. اطلب من الطلاب إيجاد طاقة الوضع الكهربائية للشحنة. يتم حفظ الطاقة. تتحول كل طاقة الوضع الكهربائية الأولية إلى طاقة حركية (تعيين الجهد الكهربائي للصفيحتين ليكون صفرًا). إذن لا بد من أن تكون طاقة الوضع الكهربائية الأولية 1 J. تخيل الآن أن شحنة الاختبار تساوي 1 C. كم يساوي الجهد الكهربائي في الموقع الذي تم إطلاق شحنة الاختبار منه؟ الجهد الكهربائي هو طاقة الوضع الكهربائية لكل شحنة في الوحدة. في هذه الحالة، يتمثل في (1 J)/(1 C) = 1 J/C. ض م

التحقق من الفهم

المجال الكهربائي اطلب إلى الطلاب شرح كيف يمكنهم استخدام شحنة الاختبار الموجبة في قياس مقدار المجال الكهربائي في موقع معيّن. ضع شحنة الاختبار الموجبة في الموقع المعيّن وقم بقياس القوة المؤثرة في شحنة الاختبار الصادرة من المجال الكهربائي. بعد ذلك اسأل عما سيحتاجون إليه لقياس فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين. سيتعين عليهم قياس الشغل المنجز في نقل الشحنة بين نقطتين. ض م

التوسُّع

جهد الانفصال أخبر الطلاب أن كل مكثف يحمل ملصقًا بقيمة معروفة باسم جهد الانفصال (تُعرف أيضًا باسم جهد الانهيار أو تقدير الجهد). اسأل الطلاب عما إذا كان من الممكن فصل المكثف عن طريق وضع المزيد من الشحنات عليه. نعم؛ سيؤدي الشحن المفرط إلى فرق جهد زائد (ΔV) بين مكونيّ التوصيل في المكثف. إذا كان فرق الجهد هذا أكبر من جهد الانفصال، فإن التفريغ الكهربائي الناتج سيكسر الحاجز الكهربائي، مما يقضي على وظيفته. أم

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم الشكل

ضع الشحنات قريبًا من بعضها. نظرًا لأن الشحنات متشابهة، فإنها تتنافر مع بعضها ولذلك يحتاج الأمر إلى بذل شغل لتقريبها من بعضها. يتم تخزين هذا الشغل المبذول في صورة زيادة في الجهد الكهربائي للنظام.

التأكد من فهم الشكل

يعرّف فرق الجهد الكهربائي بأنه الشغل الذي بُذل لتحريك شحنة موجبة اختبارية بين نقطتين في مجال كهربائي مقسومة على مقدار الشحنة الاختبارية هذه.

التأكد من فهم النص

فرق الجهد الكهربائي هو الشغل الذي يجب بذله على شحنة حتى تتحرك. يتم التعبير عن ذلك رياضياً بالطريقة الآتية: $\Delta V = W_{\text{على } q'}/q'$، حيث $W_{\text{على } q'}$ هي الشغل المبذول على الشحنة و q' هي مقدار الشحنة.

التأكد من فهم النص

أصغر وحدة شحنة هي $e = 1.6\times10^{-19}$ C. الشحنات الممكنة الوحيدة هي مضاعفات لعدد صحيح هو e.

التأكد من فهم النص

الجسم المعدني للسيارة هو سطح متساوي الجهد. ومن ثم، لن يشعر ركاب السيارة بأية قوى من جراء المجالات الكهربائية داخل السيارة، حتى وإن أحدثت ضربة برقية تغيرًا كبيرًا في الجهد الكهربائي للسطح الخارجي للسيارة.

التأكد من فهم الشكل

الشحنات السالبة تطرد بعضها بعضًا. على سطح الموصل، تتسبب هذه القوة الطاردة في توزيعها توزيعًا متساوياً على سطح الموصل.

التأكد من فهم النص

توفر مانعة الصواعق مسارًا منخفض المقاومة، تستطيع الضربة البرقية من خلاله الوصول إلى الأرض.

تطبيقات

21. 3×10^{2} V
22. 2×10^{4} N/C
23. 5.00×10^{2} V
24. 2.94×10^{-2} m
25. 7.9×10^{4} N/C

تطبيقات

26. 4.5 J
27. 2.1×10^{4} N/C
28. 2.9×10^{-15} J
29. 1.8×10^{-14} J
30. 1.8×10^{7} J

تطبيق

31. تتسا الجاذبية (الوزن) المتجهة إلى الأسفل مع قوة ا الهواء المتجهة إلى الأعلى في المقدار
32. إلكترون 3.2×10^{-19} C,
33. 4.0×10^{4} N/C
34. إلكترون 2 ,3.2×10^{-19} C

تطبيقات

35. 1.2×10^{23} C
36. 1.6×10^{-4} C المكثف، 6.8 μF
37. 1.1×10^{2} V المكثف، 3.3 μF
38. 3.3×10^{-5} C
39. 6.4×10^{-5} C
40. 1.0×10^{-5} F

مسألة تحفيزية في الفيزياء

1. $F = q^2/Cd$
2. 2.6×10^{-4} C

مراجعة القسم 2

41. سوف تتنوع الإجابات؛ الإجابة النموذجية الجهد الكهربائي هو طاقة الوضع لكل شحنة الوحدة ويُساوي الشغل اللازم لنقل شحنة الاختبار إلى موقع معيّن في مجال كهربائي.
42. تتغير طاقة الوضع الكهربائية عند بذل الشغل اللازم لنقل الشحنة إلى المجال الكهربائي. فرق الجهد الكهربائي هو الشغل المكتمل لكل شحنة وحدة لنقل الشحنة إلى المجال الكهربائي.
43. V/m = J/C•m = N•m/C•m = N/C
44. ينبغي زيادة فرق الجهد.
45. تعد القطرة محايدة كهربائيًا.
46. 5.6×10^{-6} C
47. a. فروق الجهد بين المجالات تساوي صفرًا.
    b. سوف تكون الشحنة لكل مساحة وحدة على كل مجال هي نفسها.
48. لا يتولد عن الشحنات الموجودة على القبة المعدنية أي مجال داخل القبة. تنتقل الشحنات الصادرة من الحزام على الفور إلى خارج القبة.

كيف تعمل

صندوق على شكل قلب

أجهزة تنظيم ضربات القلب

الخلفية

يضخ القلب الدم عن طريق الضغط على غرفتي القلب العلويتين ثم الغرفتين السفليتين بعد لحظات. توقيت هاتين الضغطتين ناتج عن التأخير الطفيف الذي يحدث عندما يصل التيار الكهربائي المُتولِّد في العقدة الجيبية الأذينية (الناظمة) إلى العقدة الأذينية البطينية والذي يتباطأ لبعض الوقت قبل وصوله إلى خلايا عضلة القلب الموجودة في غرفتي القلب السفليتين. قد تحدث سكتة قلبية عندما يكون إيقاع هذه النبضات الكهربائية فوضويًا. قد تقوم الصدمة الكهربائية التي يُصدرها جهاز الصدمات الكهربائية الآلي الخارجي باستعادة هذا الإيقاع الطبيعي. إذا استخدمت في الوقت المناسب.

استراتيجيات التدريس

- تناول بالوصف علامات السكتة القلبية التي تصيب المريض: انهيار مفاجئ وفقدان الوعي النوبات أو قلة الحركة وعدم القدرة على إبداء استجابة عند هزه وغياب التنفس وانعدام النبض وميل الجلد إلى الزرقة.
- أخبر الطلاب أنه من المهم عدم تعرض المصاب بالسكتة القلبية للبلل أو الرقود في مكان مليء بالماء أثناء تشغيل جهاز الصدمات الكهربائية الآلي الخارجي. اسأل الطلاب عن سبب أهمية احتياطات الأمان. ساعدهم على استنتاج أنه نظرًا لأن الماء يوصل التيار الكهربائي، فمن المحتمل أن تتجه الصدمة الكهربائية الصادرة عن جهاز الصدمات الكهربائية الآلي الخارجي إلى أماكن غير مقصودة، مما يؤدي إلى إلحاق الضرر بالمصاب وبالآخرين المجاورين له.
- اطلب من الطلاب معرفة المزيد عن قانون الإغاثة وناقش كيفية تطبيقه على أجهزة الصدمات الكهربائية الآلية الخارجية.
- شجّع طالبًا أو أكثر على حضور دورة تدريبية عن جهاز الصدمات الكهربائية الآلي الخارجي وتقديم عرض توضيحي عما تعلموه أمام الفصل.

المزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة ينبغي على الطلاب من خلال بحثهم اكتشاف أن أجهزة الصدمات الكهربائية الآلية الخارجية مفيدة أكثر في الأماكن التي يوجد بها الكثير من الأشخاص. خرائط مواقع أجهزة الصدمات الكهربائية الآلية الخارجية قد تتضمن المدارس وأماكن العمل والمطارات والملاعب ومراكز التسوق.

القسم 1

إتقان المفاهيم

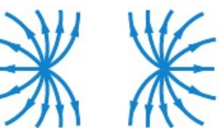
49. يجب أن تكون شحنة الاختبار صغيرة في المقدار مقارنة بمقادير الشحنات المُولِّدة للمجال كما يجب أن تكون موجبة.

50. اتجاه المجال الكهربائي هو نفسه اتجاه القوة المؤثرة في الشحنة الموجبة الموجودة في المجال.

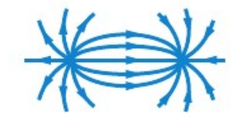
51. تُستخدم خطوط المجال الكهربائي في تمثيل المجال الفعلي في الفراغ الموجود حول شحنة ما. اتجاه المجال الكهربائي عند أي نقطة هو الظل المرسوم على خط المجال عند تلك النقطة.

52. كلما اقتربت خطوط المجال من بعضها البعض، كان المجال الكهربائي أقوى.

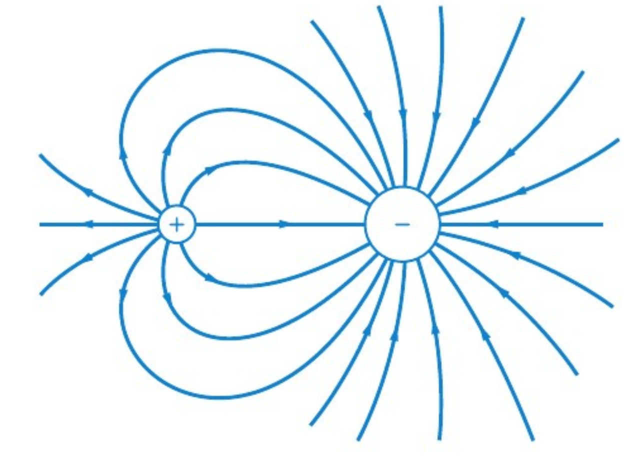
53. a.



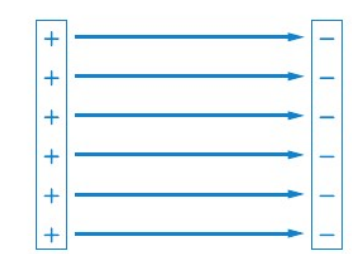
b.



c.



d.



54. ينتهي بها المطاف إلى شحنات سالبة بعيدة في مكان ما خارج حواف الرسم التخطيطي.

55. لا

56. زيادة

إتقان حل المسائل

57. 2.8×10^{-5} C

58. 6.7×10^{-7} C

59. 1.8×10^{5} N/C

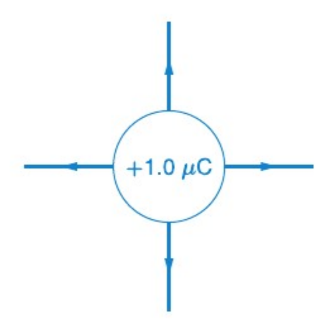
60. 3.0×10^{4} N/C

61. a. إلى الأعلى

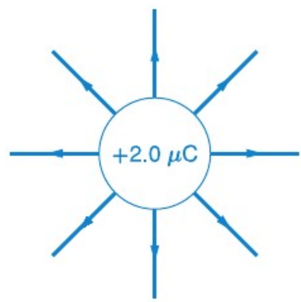
b. 2.4×10^{-17} N لأعلى

c. 8.9×10^{-30} N, أصغر بمعدل يزيد عن تريليون ضعف

62. a.



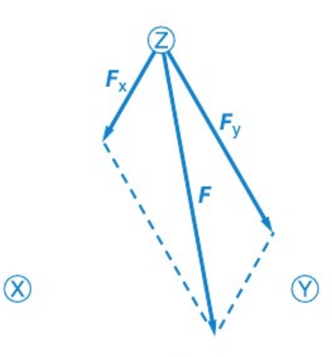
b.



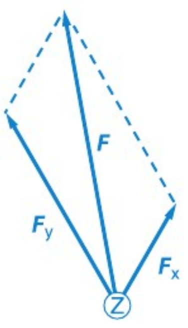
63. 3.0×10^{-4} N

64. 3.497×10^{19} N/C

65. a.



b.



66. a. -1.60×10^{-14} N
b. -1.76×10^{16} m/s^2

67. a. للخارج 1.2×10^{13} N/C
b. باتجاه النواة -1.9×10^{-6} N

القسم 2

إتقان المفاهيم

68. جول، فولت.

69. الفولت هو الشحنة الموجودة في طاقة الوضع الكهربائية. ΔPE الناتجة عن نقل شحنة اختبار الوحدة q لمسافة d 1 m في مجال كهربائي E قدره 1 N/C.

70. تتم مشاركة الشحنة مع سطح الأرض، الذي يُعد جسمًا كبيرًا للغاية.

71. الطاولة عازل كهربائي أو على أقل تقدير موصل ضعيف للغاية.

72. تحمي العلبة المعدنية الأجزاء من المجالات الكهربائية الخارجية، التي لا توجد داخل أي موصل أجوف.

إتقان حل المسائل

73. 5.0×10^{1} V
74. 1.4 J
75. -7.2×10^{-17} J
76. 1.0×10^{2} C
77. 9.0×10^{1} V
78. 3500 N/C
79. 2.00 μF
80. a. 8.0×10^{-19} C
b. 5 إلكترونات
81. 1.5×10^{2} V
82. 6.75×10^{-10} C
83. 4.4×10^{2} V
84. 0.45 J
85. a. 1.8×10^{-2} W
b. 4.5×10^{3} W
c. تتناسب الطاقة تناسبًا عكسيًا مع الزمن؛ فكلما قل الوقت اللازم لاستنفاد كمية معيّنة من الطاقة، أصبحت الطاقة أكبر.
86. 5.6 μC
87. a. 3.1×10^{6} J
b. 3.1×10^{14} W
c. 3.1×10^{3} s

تطبيق المفاهيم

88. ستتحول طاقة الوضع الكهربائية للجسيم إلى طاقة حركية للجسيم.

89. C

90. a. لا؛ يمكن أن تكون كتلها مختلفة.
b. نسبة الشحنة إلى الكتلة. q/m (أو m/q)

91. خالد

92. ستتنوع الإجابات، لكن صيغة الإجابة الصحيحة هي، "في منطقة من الفراغ تحتوي على مجال كهربائي منتظم، يتغير الجهد بمعدل 9 V على مسافة قدرها 0.85 cm. ما مقدار المجال الكهربائي في هذه المنطقة؟"

93. غيّر الجهد عبر المكثف.

مراجعة عامة

94. 6.4×10^{-6} J
95. 6.3 μC
96. 2×10^{-10} F
97 a. سوف تختلف الأجوبة. الصيغة المحتملة للإجابة الصحيحة هي، ". . . في مجال كهربائي. إذا تأثر بقوة قدرها 0.60 N. فما مقدار المجال الكهربائي؟"
b. سوف تختلف الأجوبة الصيغة المحتملة للإجابة الصحيحة هي، ". . . ثم نقل إلى موقع آخر. إذا تم بذل ما مقداره 0.35 J من الشغل المبذول على الشحنة المطلوب نقلها، فكم يساوي فرق الجهد الكهربائي بين الموقعين؟"

98. .a $5.6\ \mu C$
.b 4.8×10^{8} V/m
.c 7.7×10^{-15} N in في الاتجاه المعاكس للمجال الكهربائي

99. 1.2×10^{-6} J

.100 .a سعة المكثف
b .$0.50\ \mu F$
.c الشغل المبذول لتغيير المكثف

التفكير الناقد

101. $E = 6.14\times10^{4}$ N/C عند $\theta = -23.4°$

102. a. 1.2×10^{-10} N
b. $1.2\times10^{3}\ m/s^{2}$
c. 1.0×10^{-3} s
d. 0.60 mm

الكتابة في الفيزياء

.103 ستتنوع إجابات الطالب استنادًا إلى العالم المحدد.

مراجعة تراكمية

104. a. $F/9$
b. $3F$
c. $F/3$
d. $F/2$
e. F

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. A
2. D
3. D
4. B
5. B
6. A
7. C

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

8. $(18)(1.602\times10^{-19}\ C) = 2.9\times10^{-18}\ C,$

$$6.12\times10^{-14}\ N\left(\frac{1.41\times10^{-2}\ m}{2.88\times10^{-19}\ C}\right) = 3.00\times10^{2}\ V$$

سلم التقدير

إنّ سلم التقدير التالي هو نموذج لتقدير إجابات الأسئلة المفتوحة.

النقط	الوصف
4	يُظهر الطالب فهمًا عميقًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. يمكن أن تشمل الإجابة أوجه قصور بسيطة لا تؤثر على توضيح الفهم العميق.
3	يُظهر الطالب فهمًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. الإجابة صحيحة بشكل جوهري وتوضح شيئًا أساسيًا، لكنها لا توضح الفهم العميق في الفيزياء.
2	يُظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط لموضوعات الفيزياء التي درسها. بالرغم من استخدام الطلاب للطريقة الصحيحة للحل أو ربما يكونون قد قدموا حلاً صحيحًا، إلا أن العمل ينقصه فهم أساسي للمفاهيم الفيزيائية المتضمنة.
1	يُظهر الطالب فهمًا محدودًا للغاية لموضوعات الفيزياء التي درسها. الإجابة غير كاملة وتكشف عن الكثير من أوجه القصور.
0	يقدم الطالب حلاً خاطئًا تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

الوحدة 8
التيار الكهربائي



نبذة عن الصورة

الطاقة الكهربائية اطلب إلى الطلاب تحديد الاستخدام الأساسي للطاقة في الصورة. وضّح أن الطاقة المستخدمة في إنارة شوارع المدينة والأماكن الداخلية للمباني مستمدة بشكل كامل من الطاقة الكهربائية. فقبل المصباح الكهربائي، كانت الإنارة الاصطناعية تعتمد بشكل مباشر على الطاقة الكيميائية. يتم توفير قدر كبير من الطاقة الكهربائية المستخدمة في المدن من محطات الكهرباء التي تنتج الطاقة الكيميائية من خلال حرق الوقود مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي.

استخدام التجربة الاستهلالية

عند إضاءة المصباح، يصبح بإمكان الطلاب التحقق من الدوائر الكهربائية باستخدام بعض المكونات الأساسية القليلة.

نظرة عامة على الوحدة

تمت مناقشة التيار الكهربائي في الدوائر الكهربائية. تم عرض واستخدام مكونات الدائرة الكهربائية الأساسية ورموزها في عمل رسوم بيانية تخطيطية. تم شرح قانون أوم، فيما يتعلق بالقدرة الكهربائية وتكلفة استخدام الطاقة الكهربائية.

قبل دراسة الطلاب لموضوع هذه الوحدة، يجب عليهم دارسة:

- الاحتفاظ بالطاقة
- الشحن الكهربائي
- الطاقة الحركية
- فرق الجهد
- الطاقة الحرارية
- العمل والطاقة والقدرة الكهربائية

لحل المسائل في هذه الوحدة، يحتاج الطلاب إلى استيعاب كامل لكل من:

- بيانات الأشكال والمخططات والرسوم البيانية
- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

اعرض كشّافين كهربائيين يدويين للطلاب جنبًا إلى جنب، أحدهما يعمل بالبطارية والآخر بذراع يدوي. اطلب إلى الطلاب تحديد نقاط التشابه والاختلاف بين الكشّافين الكهربائيين. قد يشير الطلاب إلى أن الاختلاف الرئيسي هو في مصدر الطاقة. ماذا يحدث للمصباح الضوئي في كل من الكشّافين الكهربائيين عند قطع التيار الكهربائي عند أي نقطة، سواء عن أحد قطبي البطارية أو ذراع التدوير؟ ذكّر الطلاب بأن الأجهزة الكهربائية لا "تستهلك" الشحن الكهربائي ولكنها تحوّل الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى من الطاقة.

القسم 1 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

القدرة الكهربائية وصّل مصدر كهرباء متغير بمصباح إضاءة بقوة 60 W. استخدم عدّادات على مصدر الكهرباء أو استخدم أجهزة متعددة القياسات لمراقبة فرق الجهد والتيار الكهربائي. اطلب إلى الطلاب توصيل فرق الجهد الزائد بمصباح الإضاءة وحساب القدرة الكهربائية للعديد من فروق الجهد المختلفة. اطلب إليهم استنتاج العلاقة بين سطوع المصباح والقدرة الكهربائية. سيصدر المصباح المزيد من الضوء عند زيادة القدرة الكهربائية. عند زيادة فرق الجهد في مصباح الإضاءة، تظل المقاومة ثابتة وتزداد القدرة الكهربائية. ض م بصري-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

الطاقة سيطبّق الطلاب ما تعلموه فيما يتعلق بمفهوم تحويل الطاقة. سيطبقون أيضًا مفهوم القدرة الكهربائية الذي استكشفوه في دراستهم للحركة الميكانيكية للأجهزة الكهربائية.

2 التدريس

إنتاج التيار الكهربائي

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

اللغة من غير الصحيح استخدام الجمل مثل "الفولتية عبر هذه الدائرة الكهربائية". يجب أن يدرك الطلاب أن الفولتية تكون دائمًا عبارة عن فرق الجهد بين نقطتين. تنتقل الشحنات من خلال دائرة كهربائية— وليس الفولتية أو التيار الكهربائي.

الدوائر الكهربائية

استخدام التشابه

التيار الكهربائي اطلب إلى الطلاب وصف مدى التشابه بين التيارات الكهربائية والتيارات المائية. فالتيارات الكهربائية نفسها لا تتدفق ولكن الماء والشحنات تتدفق. اطلب إلى الطلاب تقديم مناظرتهم الخاصة لوصف الدائرة الكهربائية أو التيار الكهربائي. على سبيل المثال، يتحرك نموذج القطار حول مسار دائري كما تتحرك الشحنات حول دائرة كهربائية. ض م

خلفية عن المحتوى

مصادر الطاقة تحوّل محطات الطاقة الكهرومائية الطاقة الحركية الناتجة عن تساقط المياه إلى طاقة كهربائية. يُستخدم عمود التوربين في تشغيل المولّد. يحتوي سد هوفر على 17 مولدًا. ينتج سد هوفر ما يقارب 4 مليارات كيلو واط ساعة وهو ما يكفي لسد احتياجات 1.3 مليون شخص. توفر محطات الطاقة الكهرومائية في أنحاء العالم حوالي 24 في المائة من الطاقة الكهربائية في العالم. يعمل أكثر من 2000 محطة كهرومائية في الولايات المتحدة، ما يجعل الطاقة الكهرومائية أكبر مصدر للطاقة المتجددة في البلاد.

التفكير الناقد

شواحن البطارية اطلب إلى الطلاب استخدام ما تعلموه عن فروق الجهد وتدفق الشحنات لشرح كيفية إعادة شحن الهاتف اللاسلكي من خلال توصيله بمقبس كهرباء. اطلب منهم شرح ما إذا كان هذا يختلف عن توصيل الهاتف بولاعة السجائر في السيارة. قد تشتمل مناقشة هذه النقطة على تدفق الإلكترونات من بطارية السيارة أو من نظام الكهرباء المنزلية إلى الجهاز المراد شحنه. من الممكن الرجوع إلى هذه النقطة والتوسع فيها لاحقًا عندما يناقش الطلاب البطاريات والطاقة الكيميائية وأيضًا عند الحديث عن تحويل القدرة الكهربائية للتيار المستمر/المتردد (AC/DC). أم

استخدم الشكل 2

اطلب إلى الطلاب استخدام المخطط العام الموضح في الشكل لوصف عمل الأضواء الأمامية للسيارة، بدءًا من الجاز ولين في خزان الوقود. ق م

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة التشبيه التالي سيساعد الطلاب في رؤية تدفق الشحنة الكهربائية، المعروفة بالتيار الكهربائي. يستخدم أحد المنتجعات الشاطئية خزان المياه لتوفير احتياجاته. يقوم العديد من النزلاء بالاستحمام في نهاية وقت الظهيرة ولكن يشتكي الكثيرون منهم من ضعف تدفق المياه. اطلب إلى الطلاب معرفة كيفية حل المنتجع لهذه المشكلة. سيزداد ارتفاع مستوى الخزان من طاقة المياه الكامنة، كما ستقلل الأنابيب الواسعة من المقاومة. بدلاً من ذلك، اطلب إلى الطلاب التفكير في تدفق الشحنات الكهربائية كما لو أنها تشبه حركة المرور على أحد الطرق السريعة في ساعة الذروة. اطلب إليهم معرفة كيفية زيادة حركة السيارات. يمكنك تقليل المقاومة بتوسيع الطرق وإضافة المزيد من الحارات وإزالة العقبات مثل إشارات المرور أو إضافة المزيد من المخارج على الطرق السريعة. يمكنك زيادة الطاقة من خلال زيادة الحد الأقصى للسرعة. ض م

التدريس المتمايز

الطلاب الذين يواجهون صعوبة لدى بعض الطلاب العديد من الطرق لشرح المفاهيم الصعبة التي قد تكون مقبولة لغيرهم إلى الطلاب. إذا وجد الطالب صعوبة في فهم أحد المفاهيم، فحاول تكوين مجموعات مناقشة صغيرة. ابدأ المناقشات بطرح الأسئلة التالية: لماذا تُعد الدائرة الكهربائية الكاملة ضرورية لتدفق الشحنات؟ لماذا يُعد مصدر الطاقة ضروريًا لتدفق الشحنات؟ صف المقاومة وفرق الجهد باستخدام المصطلحات الدارجة. ما الأمور المشتركة بين فرق الجهد والضغط؟ قم التعلم التعاوني اجتماعي

معدلات تدفق الشحنات ونقل الطاقة

نشاط

الطاقة والبيئة اطلب إلى الطلاب التحقق من التأثير السلبي الذي يحدثه إهدار الطاقة الكهربائية على البيئة. اقترح عليهم وضع قائمة ببعض الأمثلة للأنشطة الشخصية والقومية والمدرسية التي قد تتسبب في إهدار الطاقة الكهربائية وبعد ذلك ضع حلول للحد من إهدارها. ض م لغوي

مثال إضافي في الفصل

يستخدم مع المثال *1.*

مسألة محرك 120 V يعمل بقوة 13 A. حدد القدرة الكهربائية والطاقة المستخدمة على مدار ساعة من العمل.

الإجابة $P = IV,\ P = 120\ V \times 13\ A,\ P = 1.6\ kW;$

$E = Pt,\ E = 1.6\ kJ/s \times 60\ min \times 60\ s/min$

$E = 5.8 \times 10^6\ J$

التدريس المتمايز

ضعاف البصر يمكن أيضًا عمل رنان الجرس باستخدام البطارية ومصباح الإضاءة باستخدام بطارية وجرس كهربائي (جرس باب) أو جرس رنان. علاوة على ذلك، يمكنك عرض كيفية استبدال الجرس على الباب بضوء وامض وهو ما يتم عمله للأفراد ضعاف السمع أو في المواقع العازلة للصوت (مثل استوديو التسجيل). ملاحظة: توجد مجموعة متنوعة من الأجهزة الإلكترونية الشخصية التي تساعد ضعاف البصر. قد يكون لدى بعض الطلاب أجهزة PDA القادرة على نسخ النص المكتوب وترجمته إلى لغة بريل أو الأجهزة التي تقوم بالوصول إلى مؤلف الكلام المسموع.

مناقشة

سؤال اعرض للطلاب بطاريات من نوع AAA و D. وضح أن البطاريتين بقوة 1.5 V واطلب إلى الطلاب وصف الاختلاف الأبرز بينهما.

الإجابة ستدوم بطارية الخلية D مدة أطول عند تعرضها لحمل معين. لأن بطارية الخلية D كتلتها أكبر (وبالتالي تحتوي على المزيد من المواد الكيميائية (الشحنات)، فتوفر التيار الكهربائي لمدة أطول قبل نفاد الطاقة الكيميائية. قم

الرسم التخطيطي للدوائر الكهربائية

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة التيار الكهربائي، يمكن للطلاب رسم التيارات الكهربائية وتكوينها وفحصها في الدوائر الكهربائية.

الفيزياء في الحياة اليومية

مصابيح الإضاءة احسب التيار الكهربائي والقدرة الكهربائية عند تشغيل المصباح 100 W في درجة حرارة الغرفة.

$I = \frac{V}{R} = \frac{120\ V}{10\ \Omega} = 10\ A.\ P = IV = (10\ A)(120\ V) = 1\ kW.$ يمثل هذا تأثيرًا حراريًا أوليًّا كبيرًا. إذا كان ممكنًا، احصل على مصباح 100 W شفاف ليتمكن الطلاب من رؤية حجم الأسلاك.

المقاومة وقانون أوم

خلفية عن المحتوى

المُقاوِمات Resistors يتم عمل المُقاوِمات للحصول على كمية دقيقة من المقاومة لإدخالها في الدائرة الكهربائية. وعادة ما يتم صنعها من السلك الفلزي أو الكربون وتصميمها بشكل هندسي للحفاظ على قيمة ثابتة للمقاومة تتماشى مع الظروف البيئية المتنوعة. وبخلاف المصابيح، لا تنتج المُقاوِمات الضوء ولكنها تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية في دائرة كهربائية قيد الاستخدام. وعادة على الرغم من أن الغرض من المُقاوِم هو توفير كمية دقيقة من المقاومة الكهربائية وليس توفير طاقة حرارية قابلة للاستخدام. ولأن المُقاوِمات تنقل الطاقة الحرارية إلى ما يحيط بها ما يجعل الشحنات الإلكترونية تمر من خلالها لمنع "الاحتكاك" في المقاومة، يتم أيضًا تصنيف المُقاوِمات على حسب مقدار الطاقة الحرارية التي تصدرها دون حدوث تجاوز في درجة الحرارة أو التسبب في حدوث ضرر.

تطوير المفاهيم

المقاومة مقابل المقاومية Resistance v. Resistivity على الرغم أنه من الدقة الحديث عن مقاومة سلك نحاسي، إلا أنه من غير المعقول الحديث عن مقاومة النحاس نفسه لأن المقاومة تتغير على حسب طول ومساحة المقطع العرضي. لأن المقاومة (R) تتناسب عكسيًا مع مساحة المقطع العرضي (A) وتتناسب طرديًا مع الطول، (L) ويمكن تحديد المقاومية (ρ) من خلال ضرب مقاومة السلك في مساحة السلك والقسمة على طول السلك: $R = \rho\left(\frac{L}{A}\right)$.

استخدام التشابه

المقاومة والمشي لجعل مفهوم المقاومة أكثر واقعية. حاول عمل مقارنة بين المقاومة الكهربائية ومقاومة أحد الأشخاص عند سيره فوق أسطح مختلفة. فالسير على الأسفلت سهل للغاية (مقاومة قليلة) والسير في حقل مُوحل أكثر صعوبة بينما السير في الممرات المزدحمة أمر بالغ الصعوبة (مقاومة عالية).

تعزيز المعارف

إكمال الدائرة الكهربائية اطلب إلى الطلاب تحديد المصطلح الذي يدل على كل من التالية: (1) الشحنات المتحركة في الأسلاك (2) مضخة الشحن الكيميائي (3) تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية (4) القانون الذي ينص على أن التيار الكهربائي في موصل معين يتناسب طرديًا مع فرق الجهد فيه (5) معدل تحويل الطاقة. (1) إلكترونات (2) بطارية أو خلية (3) مقاومة أو مُقاوِم (4) قانون أوم (5) قدرة كهربائية قم لغوي

الفيزياء في الحياة اليومية

المقاومة والمقاومية يستخدم المهندسون المقاومية للتنبؤ بالمقاومة. تصور مرور تيار كهربائي في سلك نحاسي طوله 2.0 m وقطره 2.0 mm. لتوقع مقاومة السلك، يمكنك استخدام القانون $R = \rho L/A$، حيث R هي المقاومة بوحدة Ω و ρ هي مقاومية بوحدة Ω·m، L هو الطول بالأمتار و A هو مساحة المقطع العرضي في الأمتار المربعة. بتعويض القيم المناسبة نحصل على

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{(1.68\times10^{-8}\ \Omega\cdot\text{m})(2.0\ \text{m})}{\pi(1.0\times10^{-3}\ \text{m})^2} = 1.1\times10^{-2}\ \Omega$$

استخدام النماذج

بطارية سيارة يمكن للطلاب استخدام مفهوم المقاومة لعمل نموذج لبطارية جافة جزئيًا. على سبيل المثال، قد تحتاج بطارية السيارة 12 V إلى وجود 200 A من التيار الكهربائي عند تدوير المحرك. إذا كانت مقاومة تدوير المحرك 0.060 Ω، فالتيار الكهربائي اللازم قد تم توفيره: $\frac{12\ \text{V}}{0.060\ \Omega} = 200\ \text{A}$. يمكن عمل نموذج لبطارية جافة على شكل مُقاوِم 1 Ω. بالجمع مع مقاومة تدوير المحرك، تصبح المقاومة الجديدة 1.060 Ω. التيار الكهربائي المتوفر سيكون 11 A وهو ما لا يكفي تقريبًا لتشغيل المحرك. وضّح أن هذا النموذج يشير إلى أن قياس فرق الجهد في البطارية باستخدام عدّاد لا يستهلك أي تيار كهربائي، لا يوضح ما إذا كانت البطارية تستطيع القيام بدورها أو لا. لهذا السبب، يستخدم الميكانيكيون اختبار التحميل لتقويم بطارية السيارة.

خلفية عامة عن المحتوى

درجة الحرارة والمقاومة تحتوي جميع الموصلات تقريبًا على معامل درجة حرارة موجب للمقاومية، α. يمكن تحديد معامل درجة حرارة المقاومية من خلال معادلة تشبه معادلة معامل التمدد الخطي. يمكن استخدام القانون التالي لتوقع التغيير في المقاومة: $R_1 = \frac{R_2(1+\alpha T_1)}{(1+\alpha T_2)}$. R_1 هي المقاومة بوحدة الأوم عند درجة حرارة T_1 في °C، R_2 هي المقاومة بوحدة الأوم عند درجة حرارة T_2 في °C و α هي درجة حرارة معامل المقاومية في $°C^{-1}$.

استخدام التجربة المصغرة

عند توليد طاقة كهربائية يمكن للطلاب ملاحظة الطاقة الكهربائية من سلسلة الخلايا.

مثال إضافي في الصف

يستخدم مع المثال 2.

مسألة بطارية 9.0 V متصلة بمُقاوِم 15 kΩ. ما مقدار التيار الكهربائي الموجود في هذه الدائرة الكهربائية؟

الإجابة $I = \frac{V}{R} = \frac{9.0\ V}{15\ k\Omega} = 0.60\ mA$

عرض توضيحي سريع

قانون أوم

الزمن المقدَّر 10 دقائق

المواد مصدر تيار مباشر متغير وعدّاد متعدد القياسات (2) مصباح 12 V وقاعدة مصباح أو مقبس (عند الحاجة)، مُقاوِم Ω 2، W 100 وأسلاك توصيل

الإجراءات توصيل الدائرة الكهربائية كما هو موضح في **شكل 5**، استخدام مصدر الكهرباء بدلاً من بطارية. ابدأ بالرقم 0 V (صفر) واطلب من أحد الطلاب المساعدين تسجيل فرق الجهد والتيار الكهربائي على السبورة. قم بزيادة فرق الجهد في مصدر الكهرباء في خطوتين للفولت (2 V) حتى الوصول إلى 12 V. اطلب من الطالب المساعد تسجيل فرق الجهد والتيار الكهربائي في كل خطوة. اطلب من طالب مساعد آخر عمل تمثيل بياني على السبورة. كرّر العملية بالكامل باستخدام المُقاوِم في مكان المصباح. قم بإجراء مناقشة في الفصل تُركز على قانون أوم.

التوصيل على التوالي والتوازي

عرض توضيحي سريع

التيار المتردد والرنين

الزمن المقدَّر 15 دقيقة

المواد خلية شمسية ومكبر صوت وسماعة وجهاز ومضات الضوء

الإجراءات يمكن أن يوضح العرض التالي إنتاج النغمة من التداخل البنّاء. وصّل الخلية الشمسية بمكبر الصوت والسماعة. عرّض الخلية الشمسية لإضاءة مصابيح فلورية. يجب أن يسمع الطلاب تلك الدندنة بقوة 60 Hz. قم بتشغيل الأضواء وإطفائها واطلب إلى الطلاب الاستماع إلى فرق الصوت. يمكنك زيادة التجربة بضبط جهاز ومضات الضوء حتى 59 Hz أو 61 Hz. لاحظ النبضات الصادرة. راجع وسائل المساعدة البصرية لمشاهدة الموجات والتداخل البنّاء.

توظيف مختبر الفيزياء

عند دراسة الجهد الكهربائي والتيار الكهربائي والمقاومة، يمكن للطلاب التحقق من العلاقة بين فرق الجهد والتيار الكهربائي والعلاقة بين المقاومة والتيار الكهربائي.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

التيار الكهربائي ارسم دائرة كهربائية بسيطة تشتمل على بطارية ومصباح إضاءة على السبورة أو اطلب إلى الطلاب تصور دائرة معينة أو رسمها بأنفسهم. تصور إغلاق الدائرة الكهربائية حتى يتوقف المصباح عن الإضاءة. كيف يتغير الشحن الكهربائي في البطارية مع مرور الوقت؟ توجد دائمًا نفس كمية الشحن في البطارية. ما الذي تخزنه البطارية؟ تخزن البطارية الطاقة الكهروكيميائية. ولا تخزن الشحن الكهربائي.

التحقق من الفهم

الدوائر الكهربائية ارسم دائرة كهربائية كاملة على السبورة في شكل مخطط تفصيلي. اطلب إلى الطلاب تحديد هل الدائرة كاملة أم لا وتحديد الرموز وتحديد مصدر الطاقة الكهربائية وتحديد الأجهزة التي تحول الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى للطاقة والإشارة إلى اتجاه التيار الكهربائي وتحديد تطبيقات قانون أوم وتحديد كيفية تحديد القدرة الكهربائية. قم بصري-مكاني

إضافة

البطاريات اطلب إلى الطلاب شرح البطاريات القابلة لإعادة الشحن من منظور الطاقة ومقارنتها بالمكثفات. تخزن البطارية الطاقة في شكل كيميائي، بينما يخزن المكثّف الطاقة في مجال كهربائي. عند تفريغ البطارية، يتم إنتاج التيار الكهربائي عن طريق حدوث التفاعل الكيميائي في المحلول الإلكتروليتي. في بطارية السيارة، على سبيل المثال، تشتمل التفاعلات الكيميائية على ثاني أكسيد الرصاص وحمض الكبريتيك الذي ينتج كبريتات الرصاص والماء وهو ما تفرغه البطارية. لا يوجد تغيير كيميائي داخل المكثّف عند تفريغه. بدلاً من ذلك، يتم إنتاج المجال الكهربائي من عدم توازن الشحن على الألواح المستخدمة. ض م

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم النص
تتحرك الشحنات داخل الدائرة الكهربائية، لكن يظل إجمالي كمية الشحن في الدائرة الكهربائية ثابتًا. تتنقل الشحنات الكهربائية هنا وهناك فقط. بيد أنها لا تفنى تمامًا.

التأكد من فهم النص
$P = E/t;\ P = (q/t)\Delta V;\ P = I\Delta V$

التأكد من فهم النص
يصور المخطط الخصائص الكهربائية لعناصر الدائرة الكهربائية والمسار أو المسارات التي يسلكها التيار الكهربائي ولكنك قد تغفل بعض التفاصيل مثل لون مصباح الإضاءة أو درجة السطوع. يشبه رسم الفنان ما يراه المُراقب في الواقع ولكنه لا يحمل الكثير من المعلومات حول الخصائص الكهربائية للدائرة الكهربائية.

التأكد من فهم النص
يقيس جهاز التيار الكهربائي (الأميتر) شدة التيار الكهربائي.
يقيس جهاز الجهد الكهربائي (الفولتميتر) فرق الجهد.

التأكد من فهم النص
تصف المقاومة مقدار فرق الجهد الواجب توفره في مضخة الشحن لتحريك الشحنات الكهربائية داخل الدائرة الكهربائية بمعدل معين.

التأكد من فهم النص
تُظهر الأجهزة التي تتبع قانون أوم مقاومة ثابتة لا تعتمد على فرق الجهد داخل الجهاز. تتبع أغلب الموصلات الفلزية قانون أوم.

التأكد من فهم النص
يمكنك تقليل فرق الجهد داخل الدائرة الكهربائية أو زيادة المقاومة. سيقلل أي منهما شدة التيار الكهربائي.

التأكد من فهم الشكل
يسمح جهاز قياس فرق الجهد بالتغيير المستمر في دوران المحرك بدلاً من التغييرات التي تحدث خطوة بخطوة.

تطبيقات

1. 24 W
2. 0.60 A
3. 63 W
4. 2.5×10^{4} J
5. 40 A
6. 0.30 A

.7 تزداد القدرة الكهربائية بمقدار العامل 6.

تطبيقات

.8 $I = 4.80$ A؛ للاطلاع على مخطط الدائرة الكهربائية؛ انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.

.9 $R = 53\ \Omega$؛ للاطلاع على مخطط الدائرة الكهربائية؛ انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.

.10 60.0 V للتطبيق رقم 8، 4.5 V، للتطبيق رقم 9.

.11 يجب وضع الرموز على المخطط بشكل صحيح والتي تشير إلى مصدر الجهد الكهربائي والمصباح والمفتاح الكهربائي وجهاز قياس فرق الجهد – الفولت potentiometer. للاطلاع على مخطط الدائرة الكهربائية؛ انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.

.12 سيمثل المخطط التطبيق رقم 11 ولكنه سيشتمل على مقياس الجهد الكهربائي متصلاً على التوازي مع المصباح. للاطلاع على مخطط الدائرة الكهربائية؛ انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.

تطبيقات

13. 0.36 A
14. $1.5\times10^{4}\ \Omega$
15. 1.2×10^{2} V
16. **a.** $2.4\times10^{2}\ \Omega$
    b. 6.0×10^{1} W
17. **a.** 0.60 A
    b. $2.1\times10^{2}\ \Omega$
18. **a.** 6.3×10^{1} V
    b. $2.1\times10^{2}\ \Omega$
    c. 19 W

مراجعة القسم 1

.19 تتحرك جُسيمات الشحن داخل الدائرة الكهربائية. يُطلق على جُسيمات الشحن المتحركة هذه اسم التيار الكهربائي. عندما تتحرك جُسيمات الشحن داخل إحدى المواد مثل سلك فلزي تعوق الجُسيمات الموجودة في المادة التدفق. وتُسمى إعاقة التدفق هذه بالمقاومة.

.20 يجب أن يحتوي المخطط على مصدر الجهد الكهربائي ومصباح في دائرة كهربائية مغلقة. للاطلاع على المخطط؛ انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.

.21 لا؛ تعتمد المقاومة على الجهاز. عندما يزداد V، سيزداد I أيضًا.

.22 زيادة بمقدار 4.0 W

.23 احسب شدة التيار الكهربائي في السلك وفرق الجهد الذي يمر عبره. اقسم فرق الجهد على التيار الكهربائي لتحصل على مقاومة السلك. للاطلاع على مخطط نموذجي للدائرة الكهربائية؛ انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.

.24 4.4×10^{4} J

.25 تقل الطاقة الكامنة للشحن عند مرورها بالمُقاوِم. تتحول طاقة الوضع هذه إلى طاقة حرارية وتنتشر هذه الطاقة الحرارية أو تتبدد في البيئة المحيطة بها.

القسم 2 استخدام الطاقة الكهربائية

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

معدل التغيير اغمر مقاومة مقدارها 47 Ω وقدرتها 10 W في كوب بوليسترين صغير نصفه ممتلئ بالماء. استخدم ميزان الحرارة (الترمومتر) لقياس درجة حرارة الماء. عند وجود متسع من الوقت، قم بإجراء تجربتين، إحداهما باستخدام فرق جهد 10 V والأخرى باستخدام 20 V. لاحظ زيادة معدل درجة الحرارة. اطلب إلى الطلاب تحديد درجة الحرارة الحالية وتسجيل القراءات وعمل بياني بياني على السبورة. **قم** **بصري-مكاني**

الربط بالمعارف السابقة

الطاقة الكهربائية خلال هذا الجزء سيتعرف الطلاب على المفاهيم الخاصة بالتيار الكهربائي والقدرة الكهربائية في استخدامات الحياة اليومية للطاقة الكهربائية. وسيستمرون أيضًا في استكشاف طبيعة قانون حفظ الطاقة.

2 التدريس

الطاقة الكهربائية والمقاومة والقدرة الكهربائية

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال *3*

مسألة مسخن ماء يعمل بقوة 240 V ومقاومة عنصره الحراري هي 12 Ω. ما مقدار التيار الكهربائي المطلوب وما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال 30 دقيقة؟

الإجابة $I = \frac{V}{R}, \; I = \frac{240\ V}{12\ \Omega}, \; I = 2.0\times10^{1}\ A;$
$E = I^2Rt, \; E = (2.0\times10^{1}\ A)^2 \times 12\ \Omega \times 30\ min \times \frac{60\ s}{1\ min}, \; E = 8.6\ MJ$

نشاط مشروع الفيزياء

موصلات فائقة التوصيل اطلب إلى الطلاب تحضير تقرير يوضح أسباب قيام بعض المواد بالتوصيل الجيد للكهرباء في درجات حرارة منخفضة جدًا. يجب على الطلاب اكتشاف أن الموصلات تحتفظ بالإلكترونات بشكل غير محكم؛ ما يسمح للإلكترونات المتنقلة بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية. تتعرض الإلكترونات المتنقلة في الموصلات فائقة التوصيل لتحويلات قليلة من الطاقة لأنها تنتقل على شكل ثنائيات. بينما قد يحدث هذا التزاوج المفيد في درجات حرارة عالية ولكن في الموصلات فائقة التوصيل، تجعل درجات الحرارة المنخفضة من السهل للإلكترونات الازدواج والتحرك بسرعة بين الذرات مع تحويلات صفرية للطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية. **ض م** **لغوي**

توظيف مختبر الفيزياء

في تجربة حفظ الطاقة، يمكن للطلاب قياس ومقارنة كميات الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية.

توفير الطاقة الكهربائية

نشاط تحفيزي في الفيزياء

السعة الكهربائية استخدم مكثفًا كهربائيًا 25 V .1000 μF ومصدرًا كهربائيًا 12 V DC ومصباحًا بقوة 12 V لعرض الشحن وتخزين الطاقة. **تنبيه:** تحقق من الأسلاك في الدائرة الكهربائية للتأكد من **توصيل كل شيء بشكل صحيح قبل تشغيل مصدر الكهرباء.** اطلب إلى الطلاب شرح كيفية وجود تيار كهربائي كافٍ في هذه الدائرة الكهربائية لإنارة المصباح عند وجود مقاومة تيار مستمر (DC) في المكثّف في نطاق 106 Ω. **تنبيه: لا تحاول قياس مقاومة المكثف أثناء شحنه.** افصل أسلاك المكثّف لمدة دقيقة أو نحو ذلك قبل القيام بهذا القياس. **أم** **بصري-مكاني**

عرض توضيحي سريع

تخزين الطاقة

الزمن المقدَّر 10 دقائق

المواد مكثف 1 μF وبطارية 9 V وعدّاد رقمي متعدد القياسات (DMM) ومُقاوِم 1 MΩ

الإجراءات استخدم هذا العرض لإظهار تخزين الطاقة في المكثّف. جهّز الدائرة الكهربائية وحدّد وقتًا لتفريغ المكثّف. تأكد من ملاحظة قطبية المكثّف. تأكد من تشغيل الجهاز متعدد القياسات كمقياس للجهد الكهربائي. يحتوي DMM دائمًا على مقاومة 10 MΩ والزمن المطلوب لتفريغ المكثف هو $5\ RC = 5(10\ M\Omega)(1\ \mu F) = 50\ s$. كرّر التجربة مع مُقاوِم 1 MΩ مع التوصيل على التوازي مع أسلاك العدّاد وهو ما سيظهر انخفاض مقدار وقت تفريغ الشحن.

مناقشة

سؤال لماذا توضع خطوط الكهرباء ذات الضغط المرتفع على أبراج عالية؟

الإجابة يتم وضع خطوط الكهرباء ذات الضغط العالي على أبراج لأسباب تتعلق بالسلامة. حيث تشكل فروق الجهد التي تصل إلى مئات الآلاف من الفولت، خطورة بالغة. لذلك تُعد مواد العزل اللازمة لوضع الكابلات بالقرب من الأرض أو أسفل الأرض غير عملية. تسمح أيضًا الأبراج العالية للهواء بالعمل كعامل عزل ضخم. ض م

استخدم الشكل 17

اطلب إلى الطلاب افتراض أن لديهم عداد واط-ساعة رقمي. وافترض أيضًا عدم وجود تيار كهربائي في هذه اللحظة (كأن كل شيء في المبنى قد تم إيقاف تشغيله). اسأل الطلاب هل ستكون قراءة العدّاد صفرًا أو لا. لا؛ ستظل القراءة السابقة لأن العدّاد يشير إلى إجمالي الطاقة المستخدمة. ض م

تطوير المحتوى

الفكرة الرئيسة تكون مقاومة الجسم البشري للتيار الكهربائي عندما يكون الجلد جافًا حوالي $1.0\times10^5\ \Omega$. يقلل العرق المقاومة الكهربائية لاحتوائه على أيونات توصل الشحنة الكهربائية بسرعة. تُعد هذه الظاهرة أساس اختبارات استجابة الجلد الجلفاني أو "أجهزة كشف الكذب" التي تستخدم تيارًا كهربائيًا صغيرًا لتحديد التغيرات في مستويات التوتر والتي تظهر بزيادة التعرق.

تطوير المفاهيم

أجهزة الستريو والقدرة الكهربائية يميل بعض الأشخاص إلى تزويد سياراتهم بأنظمة صوت قوية. يصعب تنفيذ هذا باستخدام نظام بقوة 2 V فهذه السماعات تحتاج عادة إلى مقاومة بقوة 4.0 Ω في هذا النظام. تُقيد القدرة الكهربائية التي تصل إلى إحدى السماعات بمقدار 36 W (V^2/R). أحد الحلول هو استخدام مكبر الصوت ذي النوع الجسري والذي يضاعف بفاعلية فرق الجهد في كلتا السماعتين (أربعة أضعاف القدرة الكهربائية).

تعزيز المعارف

استخدام الطاقة اعرض مسخن ماء من النوع الذي يغمر في الماء وأداة التسخين في مسخن ماء الكهربائي. اطلب إلى الطلاب شرح الاختلافات بين الجهازين. والعناصر التي يمكن ذكرها في المناقشة التالية بما في ذلك الحجم والتكلفة والمقاومة ومعدل الجهد الكهربائي والموثوقية.

ض م رياضي - منطقي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

المقاومة عند توصيل آلة حاسبة بقوة 0.10 W ببطارية 1.5 V. ما مقدار مقاومة الجهاز؟ 22 Ω

التحقق من الفهم

الاستهلاك والتكلفة لمساعدة الطلاب على فهم استهلاك الطاقة والتكلفة، اطلب إليهم المقارنة بين تكلفة تشغيل أجهزة المنزل الكهربائية المتنوعة من خلال شرح العلاقات بين القدرة الكهربائية والتيار الكهربائي وتكلفة تشغيل الأجهزة التي تعمل بقدرة 1000 W و 250 W و 50 W على الجهد الكهربائي المنزلي. لنفترض تساوي جميع المتغيرات الأخرى ليس فقط التغييرات في القدرة الكهربائية مثل زيادة القدرة الكهربائية والتيار الكهربائي وزيادة تكلفة التشغيل. ض م

التوسع

الإنتاج المستقبلي للطاقة حدد طلابًا لعمل مشروع بحث حول الاستخدام المستقبلي المحتمل للاندماج النووي في توليد الكهرباء. يجب على الطلاب المقارنة بين عمليات الانشطار والاندماج والاحتراق.

ض م لغوي

الإجابات

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم الشكل

يحوّل التصادم بين الشحنات المتدفقة والجُسيمات في المُقاوِم طاقة الوضع الكهربائية إلى طاقة حرارية.

التأكد من فهم النص

لا توجد مقاومة في الموصلات فائقة التوصيل.

التأكد من فهم النص

لتقليل فقد الطاقة الحرارية، يتم تقليل التيار الكهربائي المار بخطوط النقل وزيادة الفولتية.

التأكد من فهم النص

يساوي الكيلو واط في الساعة 3.6×10^6 J. وهي وحدة الطاقة المناسبة للاستخدام عند وصف معدل استهلاك الكهرباء ومدة استخدام الكهرباء.

تطبيقات

26. a. 8.0 A
    b. 2.9×10^4 J
    c. 2.9×10^4 J
27. a. 1.2 A
    b. 1.6×10^4 J
28. a. 1.3×10^3 J
    b. 4.7×10^3 J
29. a. 2.0×10^1 A
    b. 1.3×10^5 J
    c. 17°C
30. 1.1 h

تطبيقات

31. a. 1.8 kW
    b. 270 kWh
    c. 81.0 درهمًا إماراتيًا
32. a. 9.6×10^{-3} A
    b. 1.1 W
    c. 0.2 درهم إماراتي
33. 9.5 h
34. 8.2 h

تحدي

1. 15 V
2. تظل شدة التيار 15 V لعدم وجود مسار للتخلص من الشحنة.
3. 15 V و 13 mA
4. تظل فولتية المكثّف عند 15 V لعدم وجود مسار لتفريغ المكثّف. يظل التيار الكهربائي عند 13 mA لثبات فولتية البطارية عند 15 V. ومع ذلك، إذا كانت البطارية والمكثّف مكونات حقيقية بدلاً من المكونات المثالية للدائرة الكهربائية، ستصبح فولتية المكثّف في النهاية صفرًا لوجود تسريب وستكون قوة التيار الكهربائي في النهاية صفرًا لاستنزاف البطارية.

مراجعة القسم 2

35. تتحول الطاقة الميكانيكية من المحرك إلى طاقة كهربائية في مولد الكهرباء. يتم تخزين الطاقة الكهربائية على هيئة طاقة كيميائية في البطارية؛ حيث تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية في البطارية. كما تتحول الطاقة الكهربائية إلى ضوء وطاقة حرارية في المصابيح الأمامية.
36. تستهلك الحرارة المزيد من الكهرباء. $P = IV$، لذا يكون التيار ذو الفولتية الثابتة أكبر. نظرًا لأن $I = V/R$، فإن المقاومة أصغر.
37. بعض الفوائد المحتملة: انخفاض تكلفة الكهرباء. عند تقليل فقد الكهرباء خلال النقل فسيقل استخدام كمية الفحم وغيره من مصادر إنتاج الكهرباء، مما يساعد على المحافظة على جودة البيئة التي نحيا فيها.
38. بالنسبة إلى القدرة الكهربائية نفسها، عند مضاعفة الجهد الكهربائي، تقل شدة التيار الكهربائي إلى النصف. ستقل معادلة الفقد I^2R في أسلاك الدائرة الكهربائية بشكل كبير لأنها تتناسب مع تربيع التيار الكهربائي.
39. 929.4 درهمًا إماراتيًا
40. a. 29 Ω
    b. 500 W
41. تحتاج معظم الأجهزة إلى القدرة وليس الطاقة للعمل مدة أطول.

نظرة عن كثب

المزيد من التطور

الخلفية

قد يكون موضوع الحفاظ على البيئة من الموضوعات المحيرة التي تُطرح في مادة الفيزياء. في النهاية، إحدى أهم رسائل علم الفيزياء هي دوام المحافظة على الطاقة. فالسؤال في الواقع ليس عن الطاقة ولكن عن الإنتروبي Entropy. أثناء تحويل الطاقة من شكلٍ إلى آخر، يتحول بعض كميات الطاقة إلى طاقة حرارية غير قابلة للاسترداد. تأمل الأسلاك الساخنة نتيجة التيار الكهربائي أو الحرارة المنبعثة من محرك السيارة أو الطاقة الحرارية الصادرة عن المبرّد. فتقليل هذه الطاقة غير المستخدمة هو محور مناقشات حفاظ الطاقة.

استراتيجيات التدريس

لتعزيز فكرة أن الطاقة لا تنشأ في محطة توليد الكهرباء، تتبع التحويلات التي تحدث لأي نوع من أنواع الطاقة. يمكن إرجاع مصدر كل من الفحم والبترول إلى الطاقة الشمسية التي خزنتها في بادئ الأمر الكائنات الحية منذ زمن بعيد. ويمكن إرجاع مصدر الطاقة النووية إلى النجوم المتفجرة التي كوّنت عناصر ثقيلة نشطة في المفاعلات النووية. يرجع مصدر الطاقة الحرارية في باطن الأرض بشكل جزئي إلى تحلل العناصر المشعة والجزء الآخر إلى طاقة الوضع الناتجة عن تكوين الأرض.

المزيد من التعمق >>>

نتائج متوقعة ستوفر شبكة الكهرباء الذكية الطاقة في جميع الأوقات إلى المستهلك دون انخفاضها أو انقطاع الكهرباء خلال فترات الاستهلاك المرتفع. كما يتم عمل تقرير فوري في حالة انقطاع الكهرباء عن المستهلك كي تعود الكهرباء في أقرب وقت. ستسمح شبكة الكهرباء الذكية بالاستغلال الأمثل للطاقة الزائدة التي يوفرها المستهلكون للشبكة. ستوفر شبكة الكهرباء الذكية كمية كافية من الطاقة زهيدة الثمن للعملاء.

الوحدة 8 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

.42 $1\ A = 1\ C/s$

.43 توصيل سلك مقياس الجهد الكهربائي (الفولتميتر) الموجب بسلك المحرك الأيسر وتوصيل سلك جهاز قياس الجهد الكهربائي (الفولتميتر) السالب بسلك المحرك الأيمن.

.44 اقطع الدائرة الكهربائية بين البطارية والمحرك. ثم وصّل سلك جهاز قياس شدة التيار الكهربائي (الأميتر) الموجب بالجانب الموجب من منطقة القطع (وهو الجانب الموصل بقطب البطارية الموجب) وسلك جهاز قياس التيار الكهربائي (الأميتر) السالب بالجانب السالب (وهو الجانب الأقرب من المحرك).

.45 من اليسار إلى اليمين عبر المحرك

46. a. 4

b. 1

c. 2

d. 3

.47 توجد مقاومة قليلة في السلك ذي القطر الأكبر لكثرة الإلكترونات التي تحمل الشحن.

.48 **a.** يجب أن يحتوي المخطط على مصدر الجهد الكهربائي ومُقاوم.

b. يجب توصيل جهاز قياس شدة التيار الكهربائي (الأميتر) على التوالي.

c. يجب توصيل جهاز قياس الجهد الكهربائي على التوازي.

.49 **a.** يقوم جهاز قياس فرق الجهد في المحرك الكهربائي بعمل شحنات مستمرة في سرعة المحرك بدلاً من التغيير البطيء في سرعة المحرك.

b. يساعد جهاز قياس فرق الجهد في عصا التحكم في الألعاب بترجمة حركة عصا اللعبة إلى موضع على شاشة الكمبيوتر.

إتقان حل المسائل

.50 **a.** الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وضوء

b. الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وطاقة حركية

c. الطاقة الكهربائية إلى ضوء وصوت

d. الطاقة الكيميائية إلى ضوء وطاقة حرارية

51. a. 18 W

b. 1.6×10^4 J

52. a. 1.5 A

b. 27 V

c. 41 W

d. 1.5×10^5 J

53. 9.6×10^2 W

54. 1.4×10^2 W

55. a. 3.0 A

b. 27 V

c. 81 W

d. 2.9×10^5 J

56. a. 0.50 A

b. 9.0 V

c. 4.5 W

d. 1.6×10^4 J

57. a. 6.0×10^1 W

b. 1.8×10^4 J

58. a. 2.5×10^3 J/s

b. 2.5×10^3 W

59. 19 A

60. a. 4.5 W

b. 3.0×10^3 J

61. 24 V

62. 6.0 V

63. 1.2×10^2

64. 5.0 A

65. a. $R = 143\ \Omega,\ R = 148\ \Omega,\ R = 150\ \Omega,\ R = 154\ \Omega,\ R = 159\ \Omega,\ R = 143\ \Omega,\ R = 143\ \Omega,\ R = 154\ \Omega,\ R = 157\ \Omega,\ R = 161\ \Omega$

b. لا بد أن يشير الرسم البياني إلى خط شبه مستقيم يزداد ميله بشكل ثابت من اليسار إلى اليمين ويمر بنقطة الأصل.

c. تزداد مقاومة سلك النيكروم إلى حد ما مع زيادة مقدار الجهد الكهربائي، لذلك فإن السلك لا يتبع قانون أوم.

66. $V = 28$ V.

.67 **a.** لا؛ يزداد الجهد الكهربائي بمقدار عامل $9.0/6.0 = 1.5$، لكن يزداد التيار الكهربائي بمقدار عامل $75/66 = 1.1$.

b. 0.40 W

68. 1.08×10^5 J; 9.5×10^4 J

69. a. $3.0\times10^2\ \Omega$

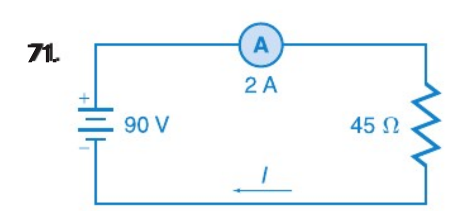
b. $6.0\times10^1\ \Omega$

c. 2.0 A

70. a. $32\ \Omega$

b. $1.2\times10^2\ \Omega$

71.



$I = 2\ A$

القسم 2

إتقان المفاهيم

72. تسمح المقاومة القليلة للأسلاك الباردة بتيار كهربائي عالٍ من البداية مع تغيير كبير في درجة الحرارة وهو ما يضع الأسلاك تحت ضغط كبير.

73. تنتج الدائرة الكهربائية القصيرة تيارًا كهربائيًا عاليًا وهو ما يسبب تصادم المزيد من الإلكترونات مع ذرات السلك. هذا يزيد من الطاقة الحركية للذرات ودرجة حرارة السلك.

74. مقاومة السلك والتيار الكهربائي الذي يمر بالسلك

75 $\frac{C}{s}\cdot\frac{J}{C} \quad \frac{J}{s} = \frac{kg\cdot\frac{m^2}{s^2}}{s} = \frac{kg\cdot m^2}{s^3}$

إتقان حل المسائل

76. 510/kW دراهم إماراتية

77. 0.15 A

78. 1.2×10^6 J

79. **a.** 1.1 A

b. 45 V

80. 13 A

81. 66 درهمًا إماراتيًا

82. **a.** 18/k درهمًا إماراتيًا

b. 0.0 درهم إماراتي

تطبيق المفاهيم

83. يتم الشعور بفرق الجهد في الدائرة الكهربائية بأكملها بمجرد توصيل البطارية بالدائرة الكهربائية. يؤدي فرق الجهد إلى تدفق الشحنات. ملاحظة: تتدفق الشحنات ببطء مقارنة بالتغيير الذي يحدث في فرق الجهد.

84. عند لمس السياج والأرض، تتعرض البقرة إلى فرق الجهد وتقوم بتوصيل التيار الكهربائي وهو ما يعرضها لصعقة كهربائية.

85. لا يوجد فرق جهد داخل الأسلاك؛ لذلك لا يتدفق التيار الكهربائي داخل جسم الطائر.

86. زيادة الفولتية أو تقليل المقاومة.

87. مصباح $\frac{V^2}{R}$; 50 W لذلك، $\frac{V^2}{P}$; وبالتالي، يقل P نتيجة زيادة R.

88. عند مضاعفة المقاومة، يقل التيار الكهربائي إلى النصف.

89. لا يوجد تأثير؛ $V = IR$, so $I = \frac{V}{R}$ وعند مضاعفة كل من الفولتية والمقاومة، لن يتغير التيار الكهربائي.

90. نعم، لأن التيار الكهربائي هو نفسه في كل موضع في الدائرة الكهربائية

91. لا؛ عند $R = 3.3\times10^4\ \Omega$، 1.5 V. عند 3.0 V، $R = 120\ \Omega$. يحتوي الجهاز الذي يتبع قانون أوم على المقاومة المستقلة عن الفولتية المستخدمة.

92. السلك ذو المقاومة الصغرى؛ $P = V^2/R$؛ تنتج R الأقل قدرة كهربائية أكبر وتتبدد P في الأسلاك وهو ما ينتج الطاقة الحرارية بمعدل أسرع.

مراجعة عامة

93. 200 h

94. 2.2×10^4 J

95. **a.** 2.5 A

b. 2.3×10^4 J

96. **a.** 3.0 A

b. 12 A

c. على الفور بمجرد التشغيل

97 المدى هو 1 إلى 600 Ω.

98. **a.** 5.0 A

b. 40%

99. **a.** 9×10^5 J

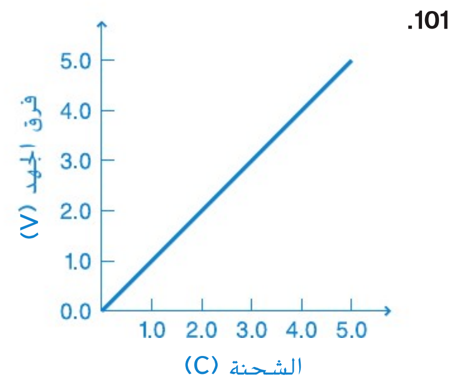
b. 8°C

c. 7 دراهم إماراتية

التفكير الناقد

.100 يجب أن يشتمل المخطط على مصدر الجهد الكهربائي وثلاثة مُقاوِمات أو مصابيح موصلة على التوالي وسيتحرك التيار الكهربائي باتّجاه عقارب الساعة.

.101



الجهد الكهربائي = 5.0 V. الطاقة = 13 J.

لا؛ في الرسم البياني، إجمالي مرات الشحن الأخيرة لفرق الجهد يساوي بالضبط ضعف المساحة أسفل المنحنى. هذا يعني، من الناحية المادية أن كل كولوم سيتطلب نفس الكمية القصوى من الطاقة لتوصيلها إلى المكثف. وفعليًا، تزداد كمية الطاقة اللازمة لإضافة كل شحنة كلما تراكم الشحن على المكثّف.

102. B > C > A > D > E

.103 سوف تختلف الإجابات، لكن الشكل الصحيح للإجابة هو. "توصيل مصباح إضاءة 60 W بمقبس كهربائي بقوة 110 V. عند تشغيل المصباح، ما مقدار التيار الكهربائي المتدفق من خلاله؟"

.104 سوف تختلف الإجابات. إحدى الصيغ الممكنة للإجابة الصحيحة ستكون. "...والتيار الكهربائي الذي يمر من خلاله هو 250 mA. ما مقاومته؟"

.105 يتم تحديد الحجم الفعلي للمُقاوِم من خلال تصنيف قدرتها الكهربائية. تُعد المُقاوِمات بقوة 100 W أكبر من المُقاوِمات المصنفة بدرجة 1 W.

.106 يظهر الرسم البياني للأمبير والفولت الخاص بمُقاوِم يتبع قانون أوم على شكل خط مستقيم ونادرًا ما يكون ضروريًا.

.107 قد يُظهر تمثيلان بيانيان قطعيان مكافئان عدد وحدات الواط المفقودة مقابل الجهد الكهربائي المار بمُقاوِم 10 Ω وعدد وحدات الواط المفقودة مقابل التيار الكهربائي المار بنفس المُقاوِم.

الكتابة في الفيزياء

.108 يجب أن تحتوي إجابة الطالب على الأفكار التالية. بالنسبة إلى الأجهزة التي تتبع قانون أوم، يقل الجهد الكهربائي وفقًا للتيار الكهربائي المار بالجهاز والقانون هو $R = V/I$. تعريف المقاومة، هو اشتقاق من قانون أوم.

.109 سوف تختلف الإجابات. لكن يجب على الطلاب تحديد أن خطوط النقل قد تكون ساخنة بما يكفي للتمدد والارتخاء عند وجود تيارات كهربائية عالية. قد تشكل الخطوط المرتخية خطورة عالية عند ملامستها لأجسام أسفلها، مثل الأشجار أو خطوط كهرباء أخرى.

مراجعة تراكمية

.110 2.7×10^4 J/K؛ الثلج المنصهر: 2.4×10^4 J/K

.111 1.9 kPa أو حوالي 2/100 من إجمالي ضغط الهواء

112. 2.0 cm

113. 1.4×10^{-4} m

114. 0.41 N

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. A
2. D
3. C
4. D
5. C
6. B
7. C
8. D

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

9. $I = 14$ A; $E = 2.5\times10^5$ J

سلم التقدير

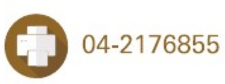
إنّ سلم التقدير التالي هو نموذج لتقدير إجابات الأسئلة المفتوحة..

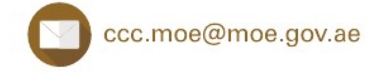
النقط	الوصف
4	يُظهر الطالب فهمًا عميقًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. يمكن أن تشمل الإجابة أوجه قصور بسيطة لا تؤثر على توضيح الفهم العميق.
3	يُظهر الطالب فهمًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. الإجابة صحيحة بشكل جوهري وتوضح شيئًا أساسيًا، لكنها لا توضح الفهم العميق في الفيزياء.
2	يظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط للفيزياء ذات الصلة. بالرغم من استخدام الطلاب للطريقة الصحيحة للحل أو ربما قدموا حلاً صحيحًا، إلا أن العمل ينقصه فهمًا أساسيًا للمفاهيم الفيزيائية المميزة.
1	يُظهر الطالب فهمًا محدودًا للغاية لموضوعات الفيزياء التي درسها. الإجابة غير كاملة وتكشف عن العديد من أوجه القصور.
0	يقدم الطالب حلاً خاطئًا تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

مركز اتصال وزارة التربية والتعليم

اقتراح - استفسار - شكوى








www.moe.gov.ae